Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

MATHEMATIK

ÜBER QUASINORMALISATOREN DER ELEMENTE IN ENDLICHEN GRUPPEN

Von W. K. TURKIN

(Vorgelegt von I. Vinogradow, Mitglied der Akademie, d. 23. VII. 1936)

Sei $\mathfrak{G}$ eine Gruppe der Ordnung $g = p^\alpha n$ (p ist eine Primzahl; n ist nicht durch p teilbar). Sei A ein Element der Ordnung $p^k \leqslant p^\alpha$ von $\mathfrak{G}$. Die Elemente X von $\mathfrak{G}$, die der Bedingung

$$XAX^{-1} = A^m, \quad m \equiv 1 \pmod{p^i}$$

($i \leqslant k$) genügen, bilden eine Gruppe, die augenscheinlich eine Untergruppe von $\mathfrak{G}$ ist. Wir werden diese Untergruppe als den i-ten Quasinormalisator A bezeichnen. Für den i-ten Quasinormalisator von A gebrauchen wir das Symbol $\mathfrak{N}_A^{(i)}$. Der Quasinormalisator $\mathfrak{N}_A^{(k)}$ ist augenscheinlich der Normalisator von A. Ist

$$\mathfrak{N}_A^{(i)} \neq \mathfrak{N}_A^{(i+\lambda)},$$

so wird $\mathfrak{N}_A^{(i+\lambda)}$ ein Normalteiler von $\mathfrak{N}_A^{(i)}$; die Faktorgruppe $\frac{\mathfrak{N}_A^{(i)}}{\mathfrak{N}_A^{(i+\lambda)}}$ ist zyklisch.

Folgender Satz ist als Grundsatz der Theorie der Quasinormalisatoren anzunehmen:

Satz I. *Es sei A ein Element der Ordnung p^k (p ist eine Primzahl) einer Gruppe Ist $\mathfrak{N}_A^{(\lambda)} = \mathfrak{N}_A^{(\lambda+1)}$, so ist $\mathfrak{N}_A^{(\lambda+2)}$ eine Untergruppe vom Index p der Gruppe $\mathfrak{N}_A^{(\lambda+1)}$. Eine Ausnahme kann nur der Fall $p = 2, \lambda = 1$ bilden.*

Die Untersuchung des Ausnahmefalles $p = 2$, $\lambda = 1$ gibt eine folgende Ergänzung des Satzes I:

Sei A ein Element der Ordnung 2^k ($k > 3$) einer Gruppe. Ist $\mathfrak{N}_A^{(1)} \neq \mathfrak{N}_A^{(2)} = \mathfrak{N}_A^{(3)}$, so wird $\mathfrak{N}_A^{(3)} \neq \mathfrak{N}_A^{(4)}$.

Als einen Beispiel der Anwendungen der Quasinormalisatoren-Theorie kann man folgenden Satz über die Ordnungen der Elementen in endlichen Gruppen anführen:

Satz II. *Es sei* $\mathfrak{G}$ *eine Gruppe der Ordnung* $p^\alpha n$ (p *ist eine Primzahl,* n *ist nicht durch* p *teilbar*) *und sei* A *ein Element der Ordnung* p^k *von* $\mathfrak{G}$. *Ist in* $\mathfrak{G}$ *ein Element* X *erhalten, für welches*

$$XAX^{-1} = A^m, \quad m \equiv 1 + p^\lambda \pmod{p^{\lambda+1}},$$

so ist $p^k \leqslant \sqrt{p^{\alpha+\lambda}}$, falls $p > 2$ oder $\lambda > 1$, und $2^k \leqslant 2\sqrt{2^x}$, falls $p = 2$, $\lambda = 1$.

Die Methoden der Quasinormalisatoren-Theorie kann man mit gutem Erfolg anwenden, wenn p eine solche Primzahl ist, dass $p-1$ mit der Ordnung der Gruppe teilerfremd ist (z. B., wenn p der kleinste Primfaktor der Ordnung der Gruppe ist). So haben wir, z. B., den

Satz III. *Es sei* $\mathfrak{G}$ *eine Gruppe der Ordnung* $p^\alpha n$ [p *ist eine Primzahl;* n *ist mit* $p(p-1)$ *teilerfremd*]. *Sei* A *ein Element der Ordnung* p^k *von* $\mathfrak{G}$. *Ist der Quotient der Ordnungen der Normalisatoren von* $A^{p^{k-1}}$ *und* A *nicht durch* p *teilbar, so ist* A *mit keiner von seinen Potenzen konjugiert.*

Als einen Spezialfall dieses Satzes erhalten wir den folgenden Satz von. S. Tchounikhin (1):

Es sei $\mathfrak{G}$ *eine Gruppe der Ordnung* $p^\alpha n$ [p *ist eine Primzahl;* n *ist mit* $p(p-1)$ *teilerfremd*]. *Ist* A *ein invariantes Element der Sylow'schen Untergruppe der Ordnung* p^α *von* $\mathfrak{G}$, *so kann* A *mit keiner von seinen Potenzen konjugiert sein.*

Die weiteren Anwendungen der Theorie der Quasinormalisatoren kann man mit Hilfe der monomialen Darstellungen endlicher Gruppen erhalten. Nach dieser Methode kann man den folgenden Satz beweisen:

Satz IV. *Es sei* $\mathfrak{G}$ *eine Gruppe der Ordnung* $p^\alpha n$ [p *ist eine ungerade Primzahl;* $p(p-1)$ *ist mit* n *teilerfremd*]. *Es sei* A *ein Element der Ordnung* p^k *der Qruppe* $\mathfrak{G}$. *Ist die Ordnung des Normalisators von* A^p *nicht durch* p^{2k} *teilbar, so hat* $\mathfrak{G}$ *einen Normalteiler, dessen Ordnung durch* n *teilbar ist.*

Aus dem Satze IV folgt, dass in einer einfachen Gruppe der Ordnung $p^\alpha n$ [p ist eine ungerade Primzahl; $p(p-1)$ ist mit n teilerfremd] keine Elemente von der Ordnung $p^k > \sqrt{p^\alpha}$ enthalten sind. Dieses war in der oben zitierten Arbeit von S. Tchounikhin für invariante Elemente der Sylow'schen Untergruppe der Ordnung p^α [wie für ungerades, so auch für gerades p] bewiesen. Für die Ordnungen der nichtinvarianten Elementen kann man im Falle $p = 2$ auch eine obere, aber nicht so einfache, Grenze finden.

Mathematisches Institut.
Universität Moskau.

Eingegangen
d 23. VII. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] C. R. Acad. Sci. URSS, III, No 5, 199 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PHYSIK

DAS KRAFTGESETZ ZWISCHEN SCHWEREN TEILCHEN

Von D. IWANENKO und A. SOKOLOV

(Vorgelegt von S. I. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 2. VIII. 1936)

Bekanntlich fehlt zur Zeit jede klassische Analogie der Wechselwirkung der schweren Kernteilchen: Neutronen und Protonen, und man muss zur Ermittelung des Kraftgesetzes spezifisch quantenmechanische Überlegungen anwenden. Es war vorgeschlagen diese Wechselwirkung als durch leichte Teilchen übertragen zu denken (Elektronen, Positronen, Neutrinos) ganz in der Weise, wie die Wechselwirkung zwischen zwei geladenen Teilchen (z. B., Elektron und Proton) durch die Photonen, d. h., das elektromagnetische Feld realisiert ist (1). Das Vorhandensein einer Wechselwirkung entspricht dem Effekte 2-ter Ordnung, dessen 1-ste Ordnung die Emission bzw. Absorption der leichten Teilchen bedeutet. Die Erhaltung der Energie und des Spins bei dem β-Zerfall erfordert nach Fermi die Teilnahme der zwei leichten Teilchen: etwa eines Elektrons und eines Neutrino, und das einfachste Gesetz der Wechselwirkung der schweren Teilchen mit dem Neutrino-Elektron-Feld wird durch

$$V = g\varphi_1 \delta \varphi_2, \tag{1}$$

gegeben, wo g eine Konstante von der Grössenordnung 10^{-50} g cm^3, φ_1 und φ_2 die Wellenfunktionen der leichten Teilchen (φ^* entspricht dem Anti-Teilchen), δ Diracmatrix bedeutet. Im folgenden rechnen wir zweckmässig mit den skalaren φ_i, dafür muss man natürlich die relativistische Invarianz beachten, z. B. den Ausdruck

$$\varphi_1^* \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} - \varphi_2 \frac{\partial \varphi_1^*}{\partial t} \tag{2}$$

gebrauchen. Nun hat die Diskussion von Heisenberg (2) und Konopinski-Uhlenbeck (3) gezeigt, dass man auch die höhere Ableitungen sinngemäss einführen kann. Wir wählen also endgültug als typisches Glied den Ausdruck

$$\left.\begin{aligned} V &= g_1 \frac{\partial^m \varphi_1^*}{\partial t^m} \frac{\partial^n \varphi_2}{\partial t^n} \\ \left[g_1 &= g \left(\frac{h}{mc^2} \right)^{m+n} \right] \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

und berechnen die Störung 2-ter Ordnung im Gegensatz zu Fermi, der sich mit der Theorie der β-Strahlung (1-ster Ordnung) interessierte. Wir

wenden die Quantenelektrodynamik in der Diracschen Form an, obwohl die Heisenberg-Paulische Methode natürlich dasselbe leistet. Die Fourierzerlegung der Wellenfunktionen lautet:

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1^* &= \frac{1}{(2\pi)^{3/2}}\int\left[a^*(k)\,e^{icKt-i\vec{k}\cdot\vec{r}} + a^*(-k)\,e^{-icKt+i\vec{k}\cdot\vec{r}}\right]dk,\\ \varphi_2 &= \frac{1}{(2\pi)^{3/2}}\int\left[c(l)\,e^{-icLt+i\vec{l}\cdot\vec{r}} + c(-l)\,e^{icLt-i\vec{l}\cdot\vec{r}}\right]dl,\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

wo $k = hp$, $l = hp'$ die Wellenzahlen,

$$K = |k|\sqrt{1+\frac{m_1^2c^2}{hk^2}},\quad L = |l|\sqrt{1+\frac{m_2^2c^2}{hl^2}}, \quad (5)$$

$dk = dk_x\,dk_y\,dk_z$, $dl = dl_x\,dl_y\,dl_z$ bedeuten; h ist Planckkonstante dividiert durch 2π, m_1 und m_2 sind die Massen der leichten Teilchen, die auch Null sein können. Das Produkt der Wellenfunktionen oder ihrer Ableitungen wird die Rolle des Störungspotentials spielen, und wir müssen die Vertauschungsrelationen zwischen Fourieramplituden $a(k)$ einführen. Da die leichte Teilchen der Fermistatistik genügen, schreiben wir:

$$\left.\begin{aligned}a^*(-k)\,a^*(k') + a^*(k')\,a^*(-k) &= \delta(k'-k),\\ c(-l)\,c(l') + c(l')\,c(-l) &= \delta(l'-l).\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Der Anfang- und Endzustand ist durch die Abwesenheit der leichten Teilchen charakterisiert, der Zwischenzustand aber, oder die 1-te Näherung ist beschrieben durch die Anwesenheit des virtuell ausgestrahlten Elektron-Neutrino Paares. Das emittierte Paar wird am Ende von einem anderen schweren Teilchen absorbiert; wir haben also hier die Wanderung der Ladung und die Heisenbergsche Austauschwechselwirkung, und nicht die Majoransche da wir übrigens die Spins gar nicht berücksichtigt haben. Wir setzen also:

$$a^*(-k)\,a^*(k') = \delta(k'-k),\quad c(l')\,c(-l) = \delta(l'-l), \quad (7)$$

d. h.

$$a^*(-k)\,a^*(k) = N_k^* = 1,\quad c(l)\,c(-l) = 1 - N_l^* = 1.$$

Alle andere Kombinationen ergeben Null. Jedes schwere Teilchen an sich steht in der Wechselwirkung mit dem Feld der ebenen Neutrino-Electron-Wellen nach der Gleichung:

$$\left(W_i + g_1\frac{\partial^m\varphi_1^*}{\partial t^m}\frac{\partial^n\varphi_2}{\partial t^n}\right)\psi(r_i t_i) = 0.$$

Fassen wir nun die beiden schweren Teilchen zu einem einzigem System zusammen, so müssen die beiden bis jetzt unabhängigen Störungspotentiale sich so zu sagen an beide schwere Teilchen anpassen und symmetrisch von der gegenseitigen Entfernung $|r_1 - r_2| = r$ abhängen, was eben die Wechselwirkung darstellt. Zerlegen wir ψ nach steigenden Potenzen von g_1, so bekommen wir für die 2-te Näherung nach der gewöhnlichen quanten-elektrodynamischen Rechnung:

$$\left(W_1 + W_2 - ih\frac{\partial}{\partial t}\right)\psi_2 = \frac{c^{2(m+n)}}{ch(2\pi)^6}\psi_0\left[K_1 + K_2 + \right.$$

$$\left. + 2g_1^2\int K^{2m}L^{2n}\frac{\cos r(\vec{k}+\vec{l})}{K+L}\,dkdl\right]. \quad (8)$$

Dabei haben wir die unendliche Selbstenergie der zwei schweren Teilchen in die Konstanten K_1, K_2 abspariert; das Argument unter cosinus ist als skalares Produkt zu nehmen. Die ziemlich umständliche Ausrechnung des Integrals zunächst für kleine Entfernungen $r \ll \frac{h}{mc}$ ergibt das divergierende Resultat, das wir durch den Faktor $e^{-\alpha(k+l)r}$, $\alpha \to 0$, konvergent machen, und wir erhalten schliesslich fur $r \ll \frac{h}{mc}$ den folgenden Ausdruck der Wechselwirkung:

$$V = -\frac{(-1)^{m+n} g^2 \left(\frac{h}{mc}\right)^{2(n+m)} (2m+2n+2)!}{8\pi^3 \cdot ch \cdot r^{2(m+n)+5} \, 2^{2(m+n+1)}} . \qquad (9)$$

Nehmen wir die Wechselwirkung als durch zwei Neutrinos (besser gesagt Neutrino φ_2 und Antineutrino φ_1^*) übertragen, so bleibt dieses Resultat auch für grosse Entfernungen bestehen, im allgemeinen aber ergibt das Integral für $r \gg \frac{h}{mc}$ den Wert Null. Somit wird festgestellt, dass *die Wechsellwirkung an kleinen Entfernungen zwischen zwei schweren Teilchen von der Masse der leichten Teilchen unabhängig ist. Die Hauptsache ist die Übertragung der Wechselwirkung gerade durch die zwei leichten Teilchen* und nicht durch eines wie bei Coulomb- oder Newton-Gesetz. Dasselbe Ergebnis über die Rolle der zwei Teilchen beider β-Ausstrahlung haben Konopinski und Uhlenbeck bekommen (l. c.); die characteristische Verteilung der β-Teilchen ergibt sich sofort aus der blossen Tatsache der Emission der 2 Teilchen. Die Asymmetrie der Verteilung, die durch die Grade der Ableitungen m und n beschrieben ist, spielt bei uns keine Rolle und wir müssen nur die beste Kombination der Summe $m+n$ wählen. Setzen wir zunächst $m=n=0$, so erhalten wir das primäre r^{-5} Gesetz, welches die erforderte Grössenordnung ca. 10^6 Volt nur auf die Dimensionen $r \sim 10^{-6}$ cm ergibt, was unmöglich ist. Man bekommt aber die richtige Grössenordnung der Wechselwirkung auf $r \sim 10^{-13}$ cm, indem man $(m+n)$ etwa gleich 3 setzt, also das Gesetz $V = \frac{g^2 \left(\frac{h}{mc}\right)^6 8!}{8\pi^3 ch \, 2^8 r^{11}}$ annimmt. Bei unserer qualitativen Betrachtung (skalare spinlose Wellengleichung für φ_1 statt der Diracschen usw.) spielen die numerische Koeffizienten keine grosse Rolle.

Es ist sehr befriedigend fur die ganze Theorie, dass die beste Anpassung der β-Strahlungtheorie an die experimentelle Tatsachen auch bei $(m+n)$ etwa gleich 3 erreicht wird, wie die sorgfältige Analyse von Uhlenbeck-Konopinski gezeigt hat.

Die wietere Entwicklung der Theorie muss die Entscheidung zwischen Heisenbergschen, Majoranschen und anderen Austauschkräften bringen und die Frage der unendlichen Selbstenergie der schweren Teilchen angreifen—das letztere unseres Erachtens etwa durch die Betrachtung der n i c h t l i n e a r e n Gleichungen für leichte Teilchen: Elektronen und Neutrino, gerade wie die Bornsche Theorie die unendliche Selbstmasse des Elektrons durch die Einführung der nichtlinearen Elektrodynamik beseitigt hat. Die Diskussion dieser möglichen nichtlinearen Quantenmechanik, sowie der charakteristischen Erscheinung der Demultiplikation (kosmische Showers?) vorbehalten wir der späteren Veröffentlichung.

Wenn wir die schwere Teilchen relativistisch behandeln, so erhält man anstatt unseres, dem Coulombgesetz analogen Gesetzes eine For-

mel, die der bekannten Breit-Möllerschen Korrektur im Atomgebiet ganz analog ist. Und zwar erhält man den typischen Breitschen Zusatzfaktor mit den Diracmatrizen α_i der schweren Teilchen, wo aber die numerische Koeffizienten von der Form des Wechselwirkungsansatzes: schwere Teilchen—Neutrino-Elektron Feld, abhängen; z. B. fur $(m+n)=1$, also r^{-7} Gesetz bekommen wir:

$$V = \frac{3g_1^2}{16\pi^3 chr^7}\left\{1 - \frac{5}{6}(\alpha_1\alpha_2) + \frac{7}{12}\frac{(\alpha_1 r)(\alpha_2 r)}{r^2}\right\}, \qquad (10)$$

für andere $(m+n)$ aber andere Koeffizienten in Klammern.

Zu Ende möchten wir auf eine auffallende Analogie hinweisen, die zwischen der Kernausstrahlung der zwei leichten Teilchen (Elektron-Neutrino, Positron-Neutrino) und der gewöhnlichen Atomausstrahlung der Photonen existiert. Vor allem betonen wir dass nach der Neutrinotheorie des Lichtes, Photonen auch als zwei Neutrinos bestehend zu denken sind. Wenn wir die Ausstrahlungskoeffizienten (Einsteinsche A_z') vergleichen wollen, so müssen wir neben der Fermischen Wahrscheinlichkeit des β-Zerfalls nicht den Einsteinschen Dipolkoeffizienten $A_2 \div \nu^3$ sondern, entsprechend der Fermischen funktionellen Abhängigkeit, den Quadrupolkoeffizienten A_q setzen, der auch mit ν^5 geht. Durch Gleichsetzen beider Koeffizienten erhalten wir für r die Grössenordnung $\sim 10^{-16}$ cm, also denselben Wert, der auch aus r^{-5}-Gesetzes folgt. Dabei haben wir sinngemäss die Ruhemasse als verschwindend angenommen, da der Vergleich überhaupt nur bei grossen Energien möglich ist. Um den vernünftigen Resultat: $r \sim 10^{-13}$ cm zu erhalten setzen wir den Ausstrahlungskoeffizienten einer Multipolstrahlung entsprechend hoher Ordnung der Fermischen Wahrscheinlichkeit gleich, wenn die letztere für den Fall genommen wird, wo auch die Ableitungen m-ten bzw. n-ten Grades vorkommen:

$$\frac{g^2\left(\frac{h}{mc^2}\right)^{2(m+n)}}{h^2c^6}\nu^{2(m+n)+5} \sim \frac{e^2r^2}{hc^3}\left(\frac{r}{c}\right)^{2(m+n)+2}\nu^{2(m+n)+5}. \qquad (11)$$

Auch jetzt erreichen wir das beste Resultat für $(m+n)=3$, was etwa $r \sim 10^{-13}$ cm ergibt. Es scheint also verlockend den Neutron und Proton in ihrer Wirkungen weitgehend mit den Multipolen sehr hohen Ordnung zu vergleichen, was viele interessante Konsequenzen mit sich führt.

Sibirisches Physico-Technisches Institut.
Tomsk.

Eingegangen
d. 2. VIII. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Ig. Tamm, Nature, **133**, 981, 134, 1010 (1934); D. Iwanenko, Nature, **133**, 981 (1934). [2] V. Heisenberg, Zeeman-Festschrift, Haag (1935). [3] E. Konopinski u. G. Uhlenbeck, Phys. Rev., **48**, 7; 107 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PHYSIQUE

LES RAIES DE SECOND ORDRE DANS LES SPECTRES RAMAN

Par G. S. LANDSBERG, membre correspondant de l'Académie, et V. J. MALYŠEV

On peut tirer de l'observation des spectres Raman, à l'aide de la théorie approfondie de la diffusion de combinaison de Plaček, des conclusions beaucoup plus précises sur la dynamique de la molécule qu'il n'est possible de le faire par la simple détermination des fréquences caractéristiques ultra-rouges. L'étude de l'intensité relative des raies et de leur polarisation permet d'obtenir des données sur le caractère des oscillations moléculaires qui engendrent ces raies, sur la symétrie de la structure moléculaire et de même sur le nombre d'oscillations caractéristiques, sur le dergé de leur dégénération, etc.

L'étape suivante serait l'étude des raies Raman d'ordre supérieur, c'est-à-dire des raies engendrées par la présence d'oscillations harmoniques ou de frequences étant des sommes ou des différences des fréquences d'oscillations infra-rouges. Des considérations théoriques démontrent que l'apparition de ces raies a pour cause la non-linéarité des forces agissant dans les molécules ainsi que de la dépendance existant entre la polarisibilité et les coordonnées des atomes et aussi la présence de couplages entre différentes oscillations atomiques. L'amplitude des oscillations étant ordinairement petite, le rôle que jouent ces facteurs est minime et, par conséquent, l'intensité des raies Raman d'ordre supérieur doit être faible. Elle se rapporte approximativement à l'intensité des raies de premier ordre comme cette dernière se rapporte à l'intensité des raies Rayleigh, c'est-à-dire environ 1 pour-cent (pour les liquides).

En déterminant celles des combinaisons qui engendrent des raies d'ordre supérieur, en étudiant leur intensité relative, le rapport de leur intensité à celle des raies de premier ordre, les variations de leur intensité avec la température, ainsi que leur polarisation, on applique une nouvelle méthode qui permet d'obtenir des données trés détaillees sur la dynamique des molécules. Ces problèmes sont soumis à une étude systématique dans le laboratoire d'Optique de l'Institut de Physique de l'Université de Moscou dirigé par L. I. Mandelstam et G. S. Landsberg. Nous présentons ici le premier travail de cette série.

Les composés chimiques du type XV_4 furent choisis comme objet d'étude, car leurs propriétés oscillatoires ont été étudiées théoriquement dans une série de travaux (1). En outre, le problème de l'apparition de raies d'absorption infra-rouges d'ordre supérieur a été considéré de façon détaillée pour

quelques composés de ce type (2). Quant aux raies Raman d'ordre supérieur, il y a déjà longtemps qu'on a établi et étudié dans le CCl_4 l'harmonique du groupe D_1D_2, dont l'intensité relative est très grande et forme environ 20% de celle des raies de premier ordre correspondantes (3). Le caractère spécifique du groupe D_1D_2 et la facilité de la production de l'harmonique qui y est liée, ont fait plus d'une fois l'objet de recherches théoriques (4). Ce cas n'est pas typique. Un travail de Ananthakrischnan (5) a été publié pendant que nous effectuions ces recherches. L'auteur y établit deux fréquences: 434 cm^{-1} et 145 cm^{-1} pour le CCl_4 et la fréquence 440.5 cm^{-1} pour le $SiCl_4$ et considère ces fréquences comme étant de second ordre (harmoniques et différences).

Le grand obstacle expérimental qu'il faut surmonter est que les raies d'ordre supérieur étant extrèmement faibles, il est très difficile de les découvrir sur le champ continu qui apparaît toujours dans les spectrogrammes.

Nous avons réussi néanmoins à obtenir des clichés satisfaisants pous le CCl_4 et le $SnBr_4$, où apparaît une série de raies de second ordre. Il a fallu dans ce but choisir des filtres appropriés et prendre une série de précautions dont le détail sera donné autre part. Les clichés ont été obtenu avec un dispositif très lumineux du type de Wood à lampes «Igar» de la fabrique «Elektrozavod». On usait d'un spectrographe construit dans nos ateliers, à dispersion 50 Å/mm, ou d'un grand spectrographe Steinheil à trois prismes, à dispersion 10 Å/mm dans la région 4358 Å. La durée des expositions variait de 6 à 40 heures.

Table 1

Spectre de diffusion du CCl_4

Raie excitante principale $\lambda_1=4\,358.3$ Å; raies secondaires $\lambda_2=4\,345$ Å et $\lambda_3=4\,337$ Å.
Fréquences charactéristiques:
$A=217$ cm^{-1}; $B=313$ cm^{-1}; $C=458$ cm^{-1}; $D_1=760$ cm^{-1}; $D_2=775$ cm^{-1}.

Combinaisons	Fréquences calculées	Fréquences mesurées	Notes
$2A$	434	432	Fine, brillante *
$A+B$	530	529	Légèrement élargie
$2B$	626	625	Fine, faible
$A+C$	675	—	Recouverte par la raie D_1 de $\lambda_3=4\,337$ Å
$B+C$	771	—	Recouverte par les raies D_1 et D_2 de λ_1
$2C$	916	919	Fine
$A+D_1$	977	989	Recouverte par la raie fine et faible 985 de l'argon
$A+D_2$	1 008		
$B+D_1$	1 073	1 091	Large
$B+D_2$	1 104		
$C+D_1$	1 218	1 225	»
$C+D_2$	1 249		
$2D_1$	1 520	1 554	Très large (de 1507 à 1586) et d'intensité anomalement grande **
D_1+D_2	1 551		
$2D_2$	1 582		
$C-B$	145	144	Fine *

* Observées aussi par Anathakrischnan.
** Etudiée par Ornstein.

Les résultats des mesures des spectrogrammes sont donnés dans les tables 1 et 2. La complexité de la raie excitante fondamentale du mercure (raie triple) rend assez difficile l'orientation dans les raies du spectre, de même que la présence de faibles raies dues à l'argon que contiennent les lampes «Igar».

Table 2

Spectre de diffusion du $SnBr_4$

Raie excitante principale λ_1=4 358.3 Å; raies secondaires λ_2=4 345 Å et λ_3=4 337 Å.

Fréquences charactéristiques:

A=64 cm^{-1}; B=88 cm^{-1}; C=220 cm^{-1}; D=279 cm^{-1} (large).

Combinaisons	Fréquences calculées	Fréquences mesurées	Notes
$2A$	128	132	Fine
—	—	144	»
$2B$	176	176	»
$D-B$	191	193	Large
$B+C$	308	305	Un peu élargie
$B+D$	367	370	Large
—	—	386	»
$2C$	440	438	Fine
$C+D$	499	497	Large

La comparaison approximative des intensités relatives des raies du second et du premier ordre, effectuée par une variation de la durée de l'exposition (en tenant compte de la constante de Schwarzschild), donne une valeur d'environ $3 \cdot 10^{-3}$.

L'exactitude de l'orientation donnée dans les tableaux est donc appuyée par les considérations suivantes:

1) Les fréquences des raies sont égales, dans les limites de la précision, aux fréquences des combinaisons, calculées théoriquement*.

2) Le caractère des raies dépens de cellui des raies de premier ordre; ainsi, si l'une des raies de premier ordre est élargie, toutes les raies de second ordre dont l'origine est liée à cette raie sont pareillement élargies.

3) L'intensité des raies de second ordre est d'un ordre de grandeur qui coïncide aves celui que prédit la théorie.

Nous n'avons pas encore déterminé de façon plus précise les intensités des raies d'ordre spérieur, leur dépendance de la température et la polarisation de ces raies. Les expériences préliminaires effectuées dans notre laboratoire par S. A. Ukholin en échauffant le CCl_4 à 250° C ont permis d'observer une variation marquée de l'intensité de ces raies avec la température, ainsi que l'influence de la température sur les raies de premier ordre qui s'y trouve connectée. Cette influence est particulièrement marquée dans les vapeurs du CCl_4.

Laboratoire d'Optique.
Institut de Physique
de l'Université de Moscou.

Manuscrit reçu
le 25. VII. 1936.

* L' erreur dans la détermination des positions des raies faibles peut atteindre ± 3 cm^{-1}. La provenance des deux raies de la table 2 n'est pas claire.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] Dennison, Astroph. Journ., **62**, 84 (1925). [2] Cl. Schaefer, ZS. f. Phys., **60**, 586 (1930); Cl. Schaefer u. Kern, ZS. f. Phys., **78**, 609 (1932). [3] Ornstein a. Went, Proc. Acad. Amsterdam, **35**, 1024 (1932). [4] Horinti, ZS. f. Phys., **84**, 380 (1933). [5] Ananthakrischnan, Proc. Ind. Acad., **2**, 425 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PHYSICS

MEASUREMENTS OF INTENSITY OF X-RAY RADIATION WITH A PROPORTIONAL AMPLIFIER

By V. VEKSLER and B. ISAYEV

(Communicated by S. I. Wawilow, Member of the Academy, 16. V. 1936).

The problem of measuring the absolute intensity of X-ray radiation is usually solved with the help of the ionization chamber. Since the ionization chamber deals with saturation currents, its sensitivity is a low one (the coefficient of amplification being equal to unity).

The writers intended to make use of a unspontaneous discharge at high pressure (1) in order to measure the ionizing effect of X-rays. A proportional amplifier of this type makes it possible to obtain an amplification coefficient of several thousands.

The evidence set forth below is the result of a first attempt to use an apparatus of this type in the solution of structural and spectral problems.

Apparatus

The proportional amplifier was an aluminum cylinder of internal diameter 17 mm and length 150 mm. The cylinder was subjected to a negative high tension, the constance of which was ensured by a special stabilizer. The proportional amplifier was filled with a mixture of krypton (85%) and xenon (15%), at a pressure of 660 mm Hg. The chamber, previously placed inside a lead casing, was set up on the spectrograph. The distance between the slit of the spectrograph and the crystal was 30 mm, the distance between the latter and the diaphragm being 50 mm. The Roentgen tube was placed at a distance of 350 mm from the slit of the spectrograph. The heating of the tube was effected by a special stabilizer which maintained the milliamperage at a strictly defined level.

Experimental

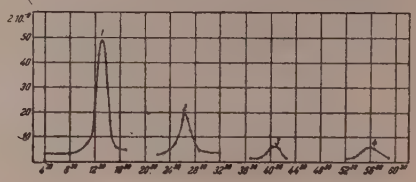
The distribution of energy in the white tungsten spectrum was studied. To decompose the spectrum, a crystal of calcite kindly lent by A. I. Krasnikov was placed on the spectrograph. In view of the high sensitivity ensured by the method, all the measurements of the ionization currents were made with the usual mirror galvanometer of a sensitivity of $2 \cdot 10^{-9}$. By plotting the maxi-

mum values of the various peaks for the respective wave lengths, an energy distribution curve of the spectrum was constructed and found to be in good agreement with data found in the literature. The control photograph demanded an exposure of about an hour (a spectrum of the first order), while the same intensities gave deflections of up to 400 divisions of the galvanometer scale (depending on the voltage of the chamber), *i. e.* currents of the order of 10^{-7}—10^{-6}A.

As a rule, ionization measurements of the intensity of spectral lines are made either with sensitive electrometers, or with special amplifying arrangements ([2], [3], [4]). The investigation described below was made with a characteristic molybdenum radiation.

The intensity distribution curve of K_α molybdenum is given for various orders in the figure.

The plane of cleavage was used as a reflecting surface. The high sensitivity and simplicity of the method made it possible clearly to demonstrate to the audience, from the deflection of the galvanometer mirror, the validity of



1, *2*, *3* and *4*: first, second, third, and fourth order respectively.

Bragg's law up to the 4th order of reflection. By observing the dependence of the intensity of the first order of reflection of *K* Molybdenum upon the kV of the Roentgen tube, it becomes possible to determine with great precision the potential of the origin of the characteristic radiation by using the same mirror galvanometer.

Conclusions

It may be seen from the above that the method suggested can be used to advantage in the solution of a variety of structural problems and also in spectral analysis. The superiority of this method is particularly noticeable in the investigation of organic substances (the possibility of subjecting the object under investigation to-the action of low intensities for a short period of time) and also in the study of non-stationary processes taking place in materials (ageing, the tempering of steel, etc.).

In conclusion, the writers wish to place on record their gratitude to the workers of the Low Temperatures Laboratory, Musalevskaya and Antonova and their chief Prof. Romanov, for their kindness in placing the krypton at the disposal of the writers and for their assistance in filling the chamber; thanks are also due to A. I. Krasnikov for his kind advice on various points.

Roentgen Laboratory.
All-Union Institute of Electrical Engineering.
Moscow.

Received
16. V. 1936.

REFERENCES

[1] В. Векслер и Б. Исаев, Журн. эксп. и теор. физ., **5**, вып. 10, 270 (1935).
[2] Bragg, Proc. Roy. Soc., **33**, 277 (1913); Proc. Phys. Soc., **33**, 304 (1921).
[3] Ehrenberg, ZS. f. Krist., **63**, 320 (1926). [4] Staub, Phys. ZS, **34**, 292 (1933).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

CHEMISTRY

ON UDULATING CRACKS AND PERIODICAL CRYSTALLIZATION IN GELATINE GEL IN THE REACTION OF MERCURY CARBONATE FORMATION

By F. M. ŠEMIAKIN and A. I. LAZAREVA

(Communicated by N. S. Kurnakov, Member of Academy, 5. VIII. 1936)

We have studied the reaction between sodium carbonate and the chloride of mercury in two variants: 1) with the sodium carbonate as the outer component; and 2) with the chloride of mercury as the outer component. The solution of the outer component was a saturated one. In the first case, sufficiently distinct layers of mercury carbonate were obtained in a number of points, making it possible to determine for the latter the value of the periodicity constant. No periodical layers were obtained by us in the second case. However, even in the first case the periodical layers were obtained only with the alimentary gelatine of the Leningrad Works.

If the alimentary Gold gelatine No 185 of the Moscow Works is used, no layers occur. The results for the Leningrad alimentary gelatine are shown in the table and in Fig. 1.

Outer component—Na_2CO_3 saturated.

Inner component—$HgCl_2$ $\frac{\text{saturated}}{10}$ and 10 per cent of gelatine.

Table

The Gibbs Triangle Method

No of the point	3	6	10	14	15	21	28	35	36
Constant of period. $\times 10^6$	5.0	3.8	2.5	3.3	2.0	1.5	1.6	1.4	1.4
(Gel in %)	2	3	4	4	5	6	7	7	8

As may be seen from the table, the influence of the change of gelatine concentration and of the inner component is the same as in the reactions resulting in the periodical precipitations of silver bichromate, calcium

hydrophosphate and lead iodide, which were previously studied by us (1).

It was impossible to compute the constant of periodicity in the remaining points of the triangle. The general picture for all the points of the triangle is given in Fig. 1.

Similar experiments with the alimentary gelatine № 185 Gold showed no layers in any point. Instead of layers, characteristic starlike crystals were formed, which have, it is true, a certain tendency to periodical distri-

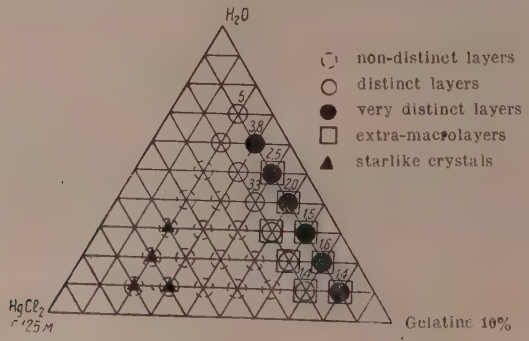


Fig. 1.

bution. The form of the crystals is shown in Fig. 2. They are of a gold, reddish-brown colour. These crystals form leaf-shaped clusters similar to the leaves of plants. The size of the individual crystallites increases with the distance from the centre of diffusion.

Furthermore, they become smaller with the increase in the concentration of the gelatine and with the decrease in the concentration of the inner component, the mercury chloride. When the concentration of the gelatine reaches 4 per cent, the crystals disappaer altogether. They form in points Nos 2, 4, 7, 12, 16, 17, 22, 23, 24, 29, 30. In all other points a hardly perceptible white deposit more or less equally distributed was obtained. A number of characteristic undulating cracks occurring in the thickness of the gelatine gel and filled with a liquid (it may by a syneresis phenomenon) were observed in the lower part of the test-tube in a number of points, for instance Nos 1, 2, 16. These cracks gradually increased and finally cut right throuh the entire thickness of the gelatine gel. They are shown in Fig. 2. The picture obtained recalls the spiral formed in point No 29 in the reaction of the formation of $Ag_2Cr_2O_7$ in gelatine (1). These undulating cracks resemble in appearance the cracks occurring at the syneresis of silicic acid gel and described by E. C. H. Davies (2). It is interesting to point out that according to Davies, it is absolutely indispensable, in order to obtain rhythmical undulating cracks in the gel, that the tubes in which the syneresis is going on should not be held in a vertical position. In our experiments, however, the undulating cracks described by us did appear in vertically held test-tubes.

The experiments with a saturated solution of mercuric chloride used as outer component while the $\frac{\text{saturated}}{10}$ sodium carbonate was the inner component (in the gelatine of the Moscow Works) resulted in no layer formation.

A growth of radial crystals of golden-yellow colour was observed in some points (Nos 7, 11, 12, 16, 17, 22, 29, 30). In a number of cases the crystals are of periodical structure and their length is 2—3 cm, the average width being about 0.5 cm (Fig. 3). The growth of such crystals continued for weeks.

Fig. 2.

Fig. 3.

On the photograph is shown the periodical crystallization for point No 7, 4 cm of $\frac{\text{saturated}}{10}$ Na_2CO_3, 5 cm of H_2O and 10 per cent of gelatine (1 cm^3). Thus, here again can be observed the peculiar picture of the course of the formation of mercury carbonate. The crystals obtained resemble the cactus in shape.

Conclusions

1. The reaction of the formation of mercury carbonate in gelatine by the method of Gibbs' triangle has been studied for two kinds of gelatine, the inner and the outer components changing places.

2. The undulating cracks, occurring in the thickness of the gel and, evidently, due to the syneresis of the gelatine accompanying this reaction, have been described.

3. A description of the periodical crystallization of mercury carbonate is given.

4. The colour and the form of mercury carbonate crystals varies when the outer and the inner components change places.

Institute of General and
Non-Organic Chemistry.
Moscow.

Received
5, VIII. 1936.

REFERENCES

[1] П. Ф. Михалев и Ф. М. Шемякин, ЖОХ., **4**, 1113 (1935); Acta phys. chem. USSR, **2**, 427 (1935). [2] E. C. H. Davies, Journ. Phys. Chem., **35**, 3618—3630 (1931).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

BIOCHIMIE

MODIFICATION DE LA CATHEPSINE EN CAS D'AUTOLYSE DU TISSU MUSCULAIRE

Par I. A. SMORODINCEV et N. V. NICOLAEVA

(Présenté par A. A. Richter, de l'Académie, le I. VIII. 1936)

Nous avons établi au moyen de nos recherches antérieures (1) que l'autolyse de la viande était accompagnée de modifications considérables dans son système de hydrates de carbone tandis que les protéines se stabilisaient après une conservation de 24 heures et se modifiaient peu dans la suite. Vu que les altérations des protéines sont certainement dues à l'action des ferments protéoclastiques, il est naturel qu'en premier lieu notre attention soit arretée sur l'étude des modifications de la teneur de la viande en cathepsine. Les observations ont montré que la teneur en cathepsine baisse fortement pendant les premières 24 heures qui suivent la mort de l'animal et change peu dans la suite par rapport à ce que nous avons établi pour les protéines de la viande.

Méthodes de recherches

Nous avons prélevé les quartiers postérieurs de vaches moyennement engraissées âgées de 5—6 ans et nous les avons conservées à la température de +1—4° pendant 5 jours. Nous tranchions périodiquement des portions de viande et déterminions la teneur en cathepsine au moyen de la digestion de la caséine par l'extrait glycérineux(2) préparé avec de la viande. Nous avons trituré dans un mortier 20 g de hachis de muscle (1 partie) avec 20 cm³ M/3 de tampon de phosphate pH =5 (1 partie) et avons ajouté 60 cm³ de glycérine à 87% (3 parties). Le mélange est resté 24 heures à la température de chambre, étant souvent remué. Ensuite on ajoutait au mélange 20 cm³ d'eau distillée, on le centrifugeait et on le filtrait. L'extrait obtenu possédait pH =6. 0.

La même préparation de caséine (de Ferrein), préparée d'après Hammarsten servait toujours de substratum pour la détermination de l'hydrolyse. Le degré de digestion était établi d'après l'augmentation des carboxyles au moyen du titrage à l'alcool selon Willstätter et se mesurait en cm³ d'hydrate de potassium 0.2 *n*.

Le mélange digérant était préparé de la manière suivante: 5 cm³ d'extrait glycérineux (correspondant à 1 g de viande), 5 cm³ M/3 de tampon phos-

Action de la cathepsine du tissu musculaire sur la caséine. Augmentation de l'acidité en cm³ de KOH 0.2*n* par 1 g de viande

№ des séries	Heures passées après la mort de l'animal															
	1				24				72				120			
	Sans activ.	Après l'act.	pH avant la digestion	pH après la digestion	Sans l'act.	Après l'act.	pH avant la digestion	pH après la digestion	Sans activ.	Après l'act.	pH avant la digestion	pH après la digestion	Sans activ.	Après l'act.	pH avant la digestion	pH après la digestion
1	0.62	0.95	4.20	4.55	0.35	0.56	4.41	5.00	0.30	0.60	4.50	5.00	0.25	0.45	4.60	5.03
2	0.80	1.21	4.10	4.40	0.40	0.75	4.45	4.90	0.24	0.56	4.30	4.85	0.22	0.40	4.54	5.00
3	0.74	1.14	4.30	4.70	0.32	0.66	4.50	5.00	0.28	0.50	4.30	4.80	0.25	0.50	4.32	4.80
4	0.76	1.15	4.50	4.90	0.36	0.70	4.30	4.80	0.26	0.49	4.50	4.92	0.25	0.40	4.40	4.80
5	0.82	1.18	4.35	4.85	0.38	0.70	4.50	4.90	0.25	0.46	4.55	5.05	0.26	0.45	4.55	5.04
Moyenne	0.66	1.13	4.30	4.67	0.36	0.67	4.43	4.92	0.27	0.52	4.42	4.90	0.25	0.44	4.46	4.92
Altération en % par rapport à la première heure	100	100	—	—	55	59	—	—	41	45	—	—	38	38	—	—

phaté pH =4.0, 2 cm³ de solution de caséine à 6%, étaient mis dans de larges éprouvettes fermées avec des bouchons de caoutchuc et placés dans un thermostat à la température de 40°C pendant 24 heures. Pour l' activer, on ajoutait au mélange 3 cm³ d'eau hydrosulphurée, saturée chaque fois pendant une demi-heure, à 15° C.

Pour le contrôle nous avons effectué des expériences d'autodigestion du mélange sans caséine, puis de la digestion sans activation et avec l' activation du ferment. Dans chaque cas de détermination nous avons mesuré le pH du mélange avant et après la digestion par le procédé électrométrique.

L'autodigestion du mélange n'a pas été observé et l'augmentation d'acidité avait lieu seulement aux dépends de la digestion de caséine.

La digestion de caséine à différentes heures sous l'action de la cathepsine de la viande est montrée dans la table en regard.

Nous avons constaté que le maximum de digestibilité de la caséine par lacathepsine se trouve à la 1ére heure après la mort de l'animal. Vers la 24ème heure, la force de la cathepsine diminue de 40—45% en comparaison avec la 1ère heure, et vers la 120ème heure elle diminue de 62%. Ainsi, la capacité de digestion de la cathepsine diminue considérablement au cours de 5 jours de conservation de la viande.

Cette diminution de la force de digestion de la cathepsine ne peut être attribuée à la disparition de l'activant dans le processus de l'autolyse, car l'activation au moyen de l'hydrogène sulfuré que nous avons appliquée dans les même conditions à tous les moments de la conservation et de l'observation de la viande a toujours donné la même augmentation d'activité d'environ 100%. La concentration des ions d'hydrogène était également incapable d'exercer une influence, vu que le tampon retenait le pH pendant la digestion de 24 heures dans les limites de l'optimum pour la cathepsine— de 4.3 à 4.9. Par conséquent, nous avons le droit de parler d'une diminution de l'activité de la cathepsine dans le processus de l'autolyse. Cette diminution de la force protéoclastique d'une des principales protéases du tissu sert d'explication suffisante de ce que les protéines de la viande, après avoir subi quelques modifications pendant les premières 24 heures, se stabilisent ensuite et ne s'altèrent presque plus.

Conclusions

1. Dans l'autolyse de la viande de vache conservée à la température de+1—4°, l'activité de la cathepsine diminue de 40—45% dans les premières 24 heures.

2. Pendant les 5 jours de conservation suivants on observe une continuation de la diminution de l'activité de la cathepsine, représentant encore 20%.

3. L'activation au moyen de l'hydrogène sulfuré double la force de la cathepsine à tout les moments de conservation de la viande.

4. La stabilisation de la teneur de la viande en protéines au bout de 24 heures, que nous avons établie antérieurement, s'explique par la diminution de l'activité de la cathepsine dans l'autolyse de la viande.

Institut scientifique
de l'Industrie de la viande.
Moscou.

Manuscrit reçu
le I. VIII. 1936

LITTÉRATURE CITÉE

[1] И. А. Смородинцев, Частная биохимия, Москва, 124 (1936).
[2] G. Borger, Arch. f. experim. Path. u. Pharm., **161**, 469 (1932).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

GEOLOGIE

DIE ONCOPHORENSCHICHTEN IM DNIEPRGEBIET

Von I. A. LEPIKAŠ

(Vorgelegt von A. D. Archangelskij Mitglied der Akademie, d. 20. VI. 1936)

Im Jahre 1934 entdeckte ich gelegentlich geologischer Forschungen im Gebiet der Nikopolschen Manganlager Miocänschichten, welche Überreste sehr charakteristischer Mollusken, *Oncophora socialis* Rzeh. ([8]) enthielten.

Diese Schichten wurden in den natürlichen Austritten des rechten Ufers des Flusses Tokmakovka am Südende des Dorfes Tokmakovka, gegenüber der sogenannten Ortschaft Maximovka entdeckt.

Die in der geologischen Literatur wohlbekannten Austritte der Schichten der 2. Mediterranen Stufe mit mariner Fauna sind weiter stromaufwärts im Tal des Flusses Tokmakovka, 2.5—3 km nördlicher der Austritte der Oncophorenschichten gelegen.

Der Durchschnitt des rechten Ufers des Flusses Tokmakovka gegenüber Maximovka zeigt folgende Schichtfolge:

1. Tschernosem . . . . . 1.0 m.
N_2 2. Dunkelgrauer plastischer Ton nach unten zu in grünlichen, sandreicheren Ton übergehend . . . . . 2.7 m,
3. Hellgrauer Mergel . . . . . 0.3 m.

Nach einer geringen Unterbrechung im Uferabsturz folgen:

4. Gelblicher und hellgrauer grobfliesiger Oolitenkalkstein mit kleinen *Cardium* und *Dressensia* . . . . . 1.7 m,
N_1—$_2$5. Bläulichgrauer zäher Ton . . . . . 1.0 m.
6. Hellgrauer mittelkörniger Quarzsand, oben mit Zwischenschichten von Kies . . . . . 2.0 m.
7. Dunkelgrauer plastischer Ton, nach unten zu in gräulichgrünen gelbfleckigen Ton übergehend . . . . . 2.1 m.
N_1^{sc} 8. Hellgrünes Ton, mit dünnen (10—15 cm) Zwischenschichten weisslichen Mergels . . . . . 2.8 m,
9. Weisser erdiger Mergel . . . . . 0.2 m,
10. Grauer und graugrüner Ton mit Zwischenschichten (25—40 cm) weissen Mergels mit Abdrücken von *Mactra crassicollis* Sinz. *M. firma* Zhizh. u. a. . . . . 4.95 m.
N_1^{sb} 11. Grünlichgrauer stückiger Ton, unten in gelblichügrnen schieferigen Ton übergehend . . . . . 3.2 m.
12. Dunkelgrauer (in feuchten Zustand schwarzer) fein schieferiger Ton. Oben dünne Zwischenschichten feinen Sandes. An den Zusammenlötnugsflä-

chen Abdrücke von *Mactra* aff. *fabreana* d'Orb., *Cardium nigrum* Zhizh., *Cardium* sp. (z. B. *Fittoni* d'Orb.) und Glattabdrücke von *Castanea atavia* . 3.0 m.

13. Brauner tonig-eisenhaltiger Sandstein mit Kiesbeimischung kristallinischer Gesteine. Abdrücke von *Tapes* cf. *gregaria* Partsch,. *Mactra* sp. . . . 0.06 m.

N_1^3 14. Grüner plastischer Ton mit ockerfarbenen Flecken. Im Ton zerstreute halbabgerundete Körner groben Quarzsandes und Kieses. An der Basis der Schicht kommt Quarzgeröll zusammen mit halbabgerundeten Stücken mergeligen Kalksteines mit Überresten von *Oncophora*, *Cardium*, *Turritella*, *Ostrea* u. a. vor . . . . . 1.1 m.

15. Gelblichweisser mergeliger Kalkstein mit grünen Tonflecken. Bedeutende Mengen von Quarzkies mit Geröll. Im Mergelkalkstein Überreste von *Oncophora*, *Cardium* u. a. . . . . 0.3 m.

17. Grüner Ton mit zahlreichen braungelben Flecken, überfüllt mit Quarzkies und Geröll . . . . . 0.2 m.

N_1^3 (Pg. ?) 17. Grüner und hellgrauer, feiner, stellenweise toniger Sand. In der Richtung zum Tal der Tokmakovka wird der Sand, besonders in seinem unteren Teil, reicher an grobem Quarzkies und Geröll, die an manchen Stellen des Austritts die Schicht feinen Sandes fast ganz verdrängen . . . 1.05 m.

18. Kaolin. Über dem Niveau des Flusses ansteigend bis zu . . . . . 1—1.5 m,

Die Schichten 2 und 3 gehören zum oberen Teil des unteren Pliocäns, die ich 1934 als «Kosovsche Schichten» bezeichnet habe (8). Die Schicht 4 gehört zur pontischen Stufe. Die Schichten 5—7 gehören zur Meotis und wurden von mir als «Topilovsche Schichten» bezeichnet (8). Die Schichten 8—10 gehören zum oberen, die Schichten 11—13 zum mittleren Sarmaticum. Zu den Oncophorenschichten gehören 14—16. Die unterliegende Sandschicht gehört zu den tieferen Lagen des Miocäns, oder vielleicht sogar zum Paläogen.

Aus den Schichten 14 und 15 sind bestimmt worden:

1. *Oncophora socialis* Rzeh.
2. *Cardium* cf. *cartlitum* Dav.
3. *Cardium* sp.
4. *Ostrea* sp.
5. *Mytilus* sp. (?) Fragmente.
6. *Pectunculus* (?). Kern.
7. *Pelecypoda*. Grobe Fragmente.
8. *Calyptrea* sp.
9. *Turritella* sp.
10. *Nassa (Buccinum?)*. Kern.
11. *Serpula*.

Überreste von *Oncophora socialis* Rzeh. sind recht zahlreich vorhanden und ihre Bestimmung macht wegen des Vorhandenseins einer Reihe sehr charakteristischer Kennzeichen keine besondere Schwierigkeiten.

Schichten mit Oncophora sind im Wiener Becken, in Mähren und Galizien (Buszacz) bekannt.

In stratigraphischer Beziehung werden die Oncophorenschichten West-Europas von den meisten Forschern zu den unteren Teilen der 2. Mediterranen Stufe gerechnet und mit dem Grundschen-Horizont (Helvet) in Parallele gestellt (6, 9, 10, 11). Zusammen mit *Oncophora* kommen sowohl Brackwasser- und Süsswassermollusken (*Melanopsis*, *Unio*, *Congeria Limnaea*, *Planorbis*, *Vivipara*, *Cardium*, *Anodonta*, *Hydrobia*) als auch, in den oberen Schichten, echte Meeresformen (*Venus*, *Lucina*, *Cardita*, *Arca*, *Pecten*, *Ostrea*, *Mitra*, *Rissoa*, *Calyptrea*, *Lutraria*, *Clycymeris*, etc.) vor.

In den letzten Jahren (nach 1930) sind an mehreren anderen Orten der UdSSR ebenfalls Schichten mit einer Oncopohrenfauna entdeckt worden, nämlich in Transkaukasien (3, 4, 5, 1, 2) im Dnieprgebiet (8) und in den Ergeni (7). Die Oncophorenschichten Transkaukasiens (Kozachurscher Horizont) werden von I. S. Davitaschvili zwischen Maikop und Tarchanschem Horizont

gestellt, wodurch das Alter des letzteren zur 2. Mediterranen Stufe erhöht wird (3).

Die stratigraphische Beziehung der Oncophorenschichten des Dorfes Tokmakovka zu den anderen Horizonten der Schichten der 2. Mediterranen Stufe ist nicht ganz klar, im Zusammenhang damit, dass sie von Sarmat bedeckt sind und von paläontologisch stummem Sand unterlagert sind, der seinerseits auf Kaolin liegt. Immerhin scheint es mir am wahrscheinlichsten, dass die mediterranen Meeresablagerungen von Tormakovka unmittelbar auf die Oncophorenschichten ohne bedeutende zeitliche Unterbrechung folgen.

Bei einer Gegenüberstellung der Fauna der Oncophorenschichten Transkaukasiens, der Ergeni und des Dnieprgebitse, einerseits, und des Wiener Bekken, andererseits, bemerken wir ein gemeinsames Vorkommen mariner, Brackwasser- und Süsswasserformen nur im Wiener Becken und im Dnieprgebiet. In den Oncophorenschichten Transkaukasiens und der Ergeni sind echte Meeresformen bisher noch nicht festgestellt.

Die angeführten Tatsachen sprechen dafür, dass schon zu Beginn des mittleren Miocäns ein gewaltiges Becken mit herabgesetztem Salzgehalt existiert hat, wobei schon zu jener entfernten Zeit gewisse Hindernisse bestanden, die einem vollständigen Wasseraustausch in verschiedenen Teilen dieses Beckens im Wege standen. Der Einfluss der separierenden Faktoren verstärkte sich während der nachfolgenden geologischen Epochen und führte schliesslich zu einer vollständigen Isolation der Becken, in denen sich eigenartige und originelle Faunen ausbildeten.

Geologisches Institut.
Academie der Wissenschaften der UdSSR.

Eingegangen
d. 20. VI. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] В. В. Богачев, Изв. Ак. Наук СССР, № 10, 1459—1464 (1933). [2] В. В. Богачев, Тр. Азерб. нефт. иссл. ин-та, вып. XV (1933). [3] Л. Ш. Давиташвили, Бюлл. Моск. о-ва исп. природы, отд. геологии, XII (3), 392—411 (1934). [4] Л. Ш. Давиташвили, Обзор моллюсков третичных и послетретичных отложений Крымо-Кавказской нефтеносной провинции, 154 (1933). [5] Л. Ш. Давиташвили, Информ. сб. НГРИ (1933). [6] Dietrich u. Kautsky, Zentralblatt fur Min., Geol. und Paläont. (1920). [7] М. М. Жуков, Тр. Всес. н-и. ин.та. мин. сырья, вып. 84, 5 (1935). [8] Л. А. Лепікаш, Геол. журн., I, вып. 3—4 (1934). [9] M. Lonnicki, Spraw. Kom. Fizjograf. Akad. Um., Krakow, 20 (1886). [10] Rzehak, Verhandl. d. naturforsch. Verein. in Brünn (1893). [11] W. Friedberg, Bull. de l'Acad. Polon. des sciences et des lettres (1933).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

MINERALOGIE

DAS SPEKTROPLEOCHROIMETER UND MINERALDICHROISMUS-UNTERSUCHUNG

Von N. VEDENEJEVA und S. GRUM-GRŽIMAJLO

(Vorgelegt von S. I. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 1. VIII. 1936)

Im Jahre 1934 haben wir ein neues Verfahren veröffentlicht (1), welches den Abbeschen Spektralokular in Verbindung mit der Savarschen Doppelplatte zur mikroskopischen Beobachtung des Pleochroismus von Mineralien verwenden liess. Dieses Verfahren erlaubt ein rasches quantitatives Ermitteln des Spektralbereiches, wo das zu untersuchende Objekt pleochroitisch ist. Es ist aber für Messungszwecke ungeeignet. Gegenwärtig gebrauchen wir dieses Verfahren, zwar unter wesentlichen Abänderungen, als eine quantitative spektrale Untersuchungsmethode des Pleochroismus, während das Objekt stufenweise auf verschiedene Temperaturen erhitzt wird.

Wir verfahren folgenderweise: am Objektiv eines Polarisationsmikroskops wird, wie zuvor, eine beim Asimut 45° gegen den Polarisator orientierte Savarsche Doppelplatte aufgesetzt. Dabei fehlt der Spektralokular, und die Messung wird in polarisiertem monochromatischem Licht durchgeführt.

Das in der Fokalebene des Objektivs entstehende Interferenzbild verschwindet in Abwesenheit des Objekts, wenn die Hauptschnitte der Polarisationsprismen einen Winkel $\varphi = 45°$ bilden.

Es ist leicht zu beweisen dass das Verschwinden der Interferenzstreifen immer dann auftritt, wenn in dem die Savarsche Platte durchdringenden Lichtbündel die zum Analysatorhauptschnitt parallel und senkrecht verlaufenden Schwingungskomponenten gleiche Amplituden haben. Die Fasenverhältnisse sind in diesem Falle ohne Belang; deshalb bringt nicht nur ein isotropes, sonderen auch ein doppelbrechendes aber nicht dichroitisches Objekt (das vorher in gekreuzten Nikols auf Verdunkelung eingestellt ist) keine Änderungen in das Interferenzbild, und die Streifen verschwinden bei $\varphi = 45°$. In Anwesenheit von Dichroismus wird das Verschwinden der Interferenzstreifen bei solchem Asimut φ beobachtet, welches dem Verhältnis $10^{-k_1 d} = 10^{-k_2 d}$ oder $\mathrm{tg}^2\varphi = 10^{-(k_1 - k_2) d}$ genügt.

Es ist leicht zu ersehen, dass im Falle, wenn das Objekt mit natürlichem Lichte beleuchtet ist, $\mathrm{tg}^2\,\varphi$ das Intensitätsverhältnis $\frac{I_1}{I_2}$ beider polarisierten Wellen beim Austritt ergibt. Die Intensität des durch das Objekt polarisierten Lichtes wird, in diesem Falle, mittels der Differenz $I_1 - I_2$ gemessen.

Das Verhältnis $\frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} = P$, welches diese Intensität als Teil des gesamten, durch das Objektiv durchdrungenen Lichtes ausdrückt, kann als Dichroismusmass betrachtet werden. Offenbar ist $P = \cos 2\varphi$.

Auf diese Weise ermöglicht die Messung des Polarisatorasimuts beim Verschwinden der Interferenzstreifen die Bestimmung des Funktionwertes $P = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}$ in verschiedenen Bereichen des Spektrums und die Ermittelung der Pleochroismuskurven (s. Fig.).

In der Tabelle sind die Werte der absoluten und relativen Fehler der Grössen $D = \frac{I_1}{I_2}$ und P angegeben. Die Fehler sind für verschiedene Asimute berechnet, voraussichtlich dass der Fehler $\Delta\varphi = 1°$.

$\varphi°$	ΔD	$\frac{\Delta D}{D}$	ΔP	$\frac{\Delta P}{P}$
10	0.003	10 %	0.011	1.2%
20	0.007	5.5%	0.022	2.9%
30	0.014	4.2%	0.0028	5.6%
40	0.025	3.5%	0.0034	10 %
45	0.035	3.5%	0.0035	—

Um Dichroismusmessungen mit Hilfe eines Polarisationsmikrorskopes durchzuführen, genügt es einen am Tischrande verschiebbaren Zeiger zur Ablesung der Werte von φ an der Polarisatorfassung zu befestigen.

Das hier beschriebene Verfahren haben wir zur Untersuchung der Mineralpleochroismusabhängigkeit von der Temperatur benutzt. Die zu diesem Zwecke konstruierte Spezialvorrichtung haben wir als Spektropleochroimeter bezeichnet.

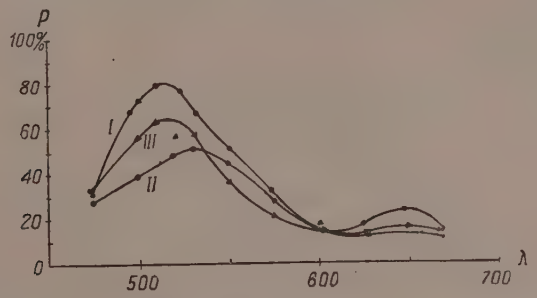
Alle Teile dieser Vorrichtung samt Monochromator sind auf einer optischen Bank montiert.

Das durch einen (mit Autolampe beleuchteten) Monochromator-Spalt fallende Licht passiert einen Polarisator der mit einem Teilkreis zur φ-Ablesung versehen ist und gelangt in einen von J. Samsonoff konstruierten Ofen, der als Heiztisch für Mikroskop dient. Der Ofen ist um eine Waagerechte Achse drehbar; die Drehwinkel werden am Teilkreis abgelesen. Die Mineralplatte wird mit Thermoelement durch einen Spalt in der Ofenwand mit Hilfe eines Porzellaneinsatzstückes in den Ofen geschoben. Das Einsatzstück ist mit zwei runden Schlitzen versehen; einer der Schlitze ist mit der Probe verdeckt, der andere bleibt frei. Je nach dem Wunsch kann man den einen oder den anderen Schlitz in den Strahlengang einführen, und die Interferenzstreifen mit oder ohne Objekt beobachten.

Nachdem das Licht den Ofen passiert hat, fällt es auf ein fünffach-vergrösserndes Objektiv, welches mit einer leicht in den Strahlengang einstellbaren Savarschen Doppelplatte versehen ist; die letztere besteht aus zwei mittels Federn aneinander gepressten je 1 mm starken Quarzlamellen. Das Objektiv wird auf das feste Teil der Analisatorscheibe geschraubt. Zur letzteren ist anderseits eine Irisblende angebracht. Hinter dem Analisator ist ein Rohr mit einem Okular (Zeiss No 2) und einer Bertranschen Linse (Sammellinse $f = 30$ mm) aufgestellt. Letztere ist in solcher Weise angebracht, dass man

beim Herausnehmen des Okulars aus dem Rohre, die Oberfläche des Objekts ganz deutlich sehen kann. Mit Hilfe der Irisblende ist es möglich ein erwünschtes Anteil der zu erforschenden Platte abzusondern. Für die Messung genügt ein 1 mm² grosses Stück. Der Fehler bei der φ-Messung übertrifft nicht 1°, falls das abgesonderte Anteil der Platte tadellos ist, d. h. wenn er ohne Risse und gleichmässig gefärbt ist.

Einige Platten verschieden gefärbter Turmaline sind von uns untersucht worden. Von bedeutendem Interesse sind die Ergebnisse der Messung von Pleochroismuskurven von rosa Turmalin (Lagerstätte Borščevočny Krjaž) im Laufe der Erhitzung und nach dem Abkühlen. Die Proben wurden uns



liebenswürdig von dem Trust «Russkije Samozwety» zur Verfügung gestellt. Bei 200° ist der deutlich bemerkbare Dichroismusmaximum ($\lambda = 520 \mu\mu$) nicht so hoch wie bei Stubentemperatur, und ist einigermassen ins Langwellengebiet verschoben. Nach dem Abkühlen ist der Höchstzustand wieder hergestellt. Erhöhte Temperaturen—bis 400°—verursachen eine beträchtlich tiefere Herabsetzung und weitere Verschiebung des Maximums als bei 200° vermerkt worden ist. Nach der Abkühlung finden überbleibende Veränderungen statt. Fig. 1. stellt Kurven I, II, und III in bezug auf folgende Temperaturen dar: I—Ausgangstemperatur, II—400°C, III—Schlusstemperatur. Ergebnisse wiederholter Messungen derselben Platte zeigten dass die Dichroismusveränderung bei $t = 350°$ noch reversibel ist. Bei $t = 425°$ kommt eine schnelle unreversible Abnahme vor.

Zwei blaugefärbte Turmalinproben zeigten eine noch grössere Labilität in Beziehung auf Temperaturerhöhung. Bei 275° stellten wir unreversible Dichroismusveränderungen fest.

Grüngefärbte Turmaline sind bedeutend mehr stabil. Pleochroismusveränderungen an einer grau-grünen Probe erwiesen sich als reversibel bei Temperaturen bis 600°C.

Ohne hier einige mögliche Deutungen der beobachteten Erscheinungen ausführlich zu besprechen, bemerken wir nur, dass die Möglichkeit einer genügend genauen Feststellung—wie im Falle der rosa Turmaline—der Temperatur, bei welcher die unreversiblen Erscheinungen beginnen, uns die Hoffnung gestattet, gefärbte Mineralien zu finden, die als geologische Thermometer dienen könnten, freilich mit der Bedingung, dass die Färbung nicht sekundär, d. h. nicht nach der Mineralbildung entstanden sei.

Kristallooptiches Laboratorium.
Institut für angewandte Mineralogie.
Moskau.

Eingegangen
d. I. VIII. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] C. R. Acad. Sci. URSS, № 7—8 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PETROGRAPHY

ON THE QUESTION OF THE OCCURRENCE OF PLATINUM IN THE FAR EAST

By A. A. MENIAJLOV and S. I. NABOKO

(Communicated by F. J. Loewinson-Lessing, Member of the Academy, I. VII. 1936).

The possibility of the occurrence of platinum in the Far East, as well as its genesis, is of considerable interest.

In his latest work on platinum published in 1935, A. G. Betekhtin writes: «It must be admitted that, as regrads the platinum content of its deposits, Siberia has so far been imperfectly studied».

This statement no doubt also refers to the Far East, since such finds of platinum as have been made there are but few in number, the conditions of its occurrence being so indefinite that the investigators by whom it was encountered put forward a great variety of conjectures as to its genesis.

The sperrylite found in the slicks of Nikolayevski mine (the system of river Timpton, a tributary of Aldan river) is connected by E. K. Mitkevich-Volchasski with the pyrite of crystalline shales and quartz veins, while N. K. Vysotskij traces it to pegmatite veins, which are in turn associated with quartz veins.

D. S. Korzhinski regards the sperrylite encountered together with gold at Noyabrski Mine, East Timpton district, as «the concomitant of gold in gneissoids».

S. D. Popov, who discovered sperrylite in the slicks of Alexandro-Nevski mine, Zeya river, does not connect it with any of the local rocks, deeming it to have been brought from very distant points, as indicated by the attrition of the crystals. As to Kholmov, he refers the genesis of sperrylite to the magmatic cycle of the basic intrusion, with which are also connected the sulphides of Ni, Cu and Fe.

In his work referred to above A. G. Betekhtin states that «metals of the platinum group have been encountered in the systems of rivers falling into the East Amour from the North, viz. Bolshoi and Malyi Oldoi with their tributaries, Solongro-Krestovki, Ayacha, Osezhina river with ist tributaries, Neven river and others. «There is a tendency» he writes, «to associate the platinum content of these alluvial deposits with the outcrops of ultra-basic rocks occurring locally».

He further mentions the occurrence of sperrylite in the systems of Gilui and Mogot rivers and in that of Khugdera river.

In addition to this, we may mention the still less definite references made by E. E. Anert and Stepanov to the platinum encountered in the Timpton district gold mines (Andreyevski and river Chulman mines) and also in a number of mines of the Oldoi district.

The Oldoi group of the East Amour expedition organized by the Far Eastern Branch of the Academy of Sciences in 1935—1936 discovered sperrylite in the country rock (anorthosites) round Khaikta river, the right-hand tributary of Bolshoi Oldoi river.

The sperrylite was discovered in an artificial slick obtained by washing about 4 kilograms of rock drawn from the lefthand bank of Khaikta river below the mouth of Orogzhan creek.

In this district «the basic rocks are represented by a body (1.5—2 km across) of amphibolic gabbro containing inclusions of course-grained anorthosite (of the labradorite type).

This find may solve the question of a genetic connection between the sperrylite and the basic rock complex. The latter, however, does not occur widely in the Khaikta river system, all its differentiates being more comprehensively represented in the Amnunakt massif lying in a spur of Stanovoi mountain range, some 60 km to the north (according to the map, but over 100 km distant if mountain tracks are followed).

That massif was found by J. A. Makerof in 1913, and it was under his guidance that the massif was prospected for platinum by V. P. Mishin in 1916, the results of prospecting being negative.

It would thus seem that there was hardly any hope of this rock complex proving to contain platinum. Within the last few years, however, the study of ore deposits, and, more particularly, the study of platinum deposits, has been enriched by new conceptions and new facts. On the one hand, in the twenties of this century there were discovered in South Africa a few large platinum deposits whose mineralogical and petrographic characteristics differ widely from those of the Ural deposits. On the other hand, some finds of platinum have been made in the Far East, the platinum, however, being not native, but platinum arsenide.

Upon investigation of the Amnunakt massif, we have found in the first place, that the dunites contain but low concentrations of chromite, with which platinum is usually associated in the Urals; furthermore we have noted some features of the distribution of the sulphides and have observed the paragenesis of sperrylite with the latter on Khaikta river. In the massif, the sulphides are as a matter of fact mainly associated with autometamorphosed anorthosites and partly with other more acid differentiates of the massif of the gabbro-diorite type occurring in its peripheral portion.

This latter fact is of interest in view of its analogy to what is observed in South-African deposits, where the platinum is mostly associated with the Merenski sereis overlaid and underlaid by anorthosites. There, the platinum is in paragenesis with sulphides as $PtAs_2$. No complete identity can, of course, be established pending a detailed study of the differentiates of basic magma at Amnunakt, but a certain analogy is fully justified.

The plausibility of such a conclusion is confirmed by the above-mentioned finds of sperrylite in the vicinity and by the direct evidence of the association of platinum with the Khaikta anorthosites.

It would therefore appear to be of interest to study the sulphide-containing rocks* and to test them for Pt and Ni.

* Traces of which have been encountered, among others, by Eng. Mishin, in a pit on the northern slope of the Amnunakt massif.

One of the methods to be used for the purpose is the investigation of slicks, both natural and, to a still greater extent, artificial ones*.

It should be also borne in mind that platinum associated with sulphides hardly ever occurs in placers, so that the bulk of platinum liberated, e. g. by the weathering of primary South African deposits, occurs in a very finely divided state. The recovery of platinum in those parts involves highly complex processes (both chemical and metallurgical). It is for this reason that sperrylite, although known to exist in South Africa for two or more centuries, did not acquire any commercial value until the 20th century. It is therefore imperative, in spite of the high cost involved, to make no determinations without testing the basic sulphide-containing rocks for platinum by the chemical method.

Such evidence as is available in literature as to the occurrence of basic rocks has given rise to the opinion that they are extremely rare in the Far East, and this has led some investigators to doubt their geological independence.

As a matter of fact, the Amnunakt gabbro-dunitoanorthosite massif studied by the writers is a typical intrusive complex, similar rocks being encountered at many points of the Yablonovoi and Stanovoi mountain ranges, in whose structure they play as great a part as they do in the architechtonics of other mountain ranges. The Sayan peridotite-serpentine belt outlined by Sokolov and ending in his scheme not far from the Baikal Lake may be extended a long way to the East and right up to Kamchatka. It is mainly represented by: anorthosites, peridotites, gabbro (Baikal Lake), gabbro, dunites, norites (Verkhne-Ingodinski massif), anorthosites (Kalarski massif), gabbro, etc. (Nyukzhinski), anorthosite, gabbro (Khaikte massif), dunite-pyroxenite dykes (Modolokan and Sergachi), gabbro, etc (East Timpton), gabbro-diabase (Zeya), basic rocks (?) (the Middle Kolyma), gabbro-pyroxenites, serpentinites (Anadyr), gabbro, anorthosites (the Okhotsk Sea coastline), and, lastly, by dunites, pyroxenites, gabbro, hornblendites and serpentinites (Kamchatka).

The petrographic environment of platinum deposits in the Far East** thus definitely established cannot fail to draw a great deal of interest and attention to the belt outlined above as well as to the magmatic cycle of basic magma and the processes of its differentiation.

Institute of Petrography.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
1. VII. 1936.

* P. F. Andrushchenko, who identified the sperrylite in an anorthosite slick, states that its physical characteristics make it very similar to magnetite, which is in the same fraction. This fact renders the determinations of these minerals very uncertain.

** No mention has, however, been made of the finds of platinum on Anadyr river and near the Hanka Lake, where it is associated with the basic and ultra-basic complexes and with the gabbro-diorites respectively.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PLANT PHYSIOLOGY

ON THE THEORY OF YAROVIZATION

By H. G. CHOLODHYJ, Member of the Ukrainian Academy

The physiology of the development of the higher plants has been enriched during recent years by a whole series of valuable investigations on the problems of photoperiodism and yarovization. These works, following the path laid out in the classical investigations of Klebs, have revealed a number of interesting laws which correlate the cycle of development of the vegetable organism with definite external factors, temperature and light being of the greatest importance. However, for the further progress of our knowledge in this realm and a more complete mastery of this problem, it is imperative that we ascertain the internal mechanism of these phenomena, that we analyse the changes that take place in the plant itself and its cells. Almost nothing has been done, so far, in this respect, unless we take into account a few attempts to attack the phenomena of photoperiodism and yarovization from a purely biochemical viewpoint. In the search for physiological approach to these phenomena in the sense of discovering the internal causes of the established regulative correlations, the thought of the investigator is more and more often turning to those substances to which modern science ascribes the role of regulators of the vital processes *par excellence*—substances of the hormone type.

The idea of a possible participation of the phytohormones in the phenomena connected with yarovization has already been voiced often enough [1,2], but in such a general form as to be unable to serve as the starting point for any experimental investigations whatever. And this is not astonishing if we reflect that until quite lately we knew nothing about the role of hormones in the first stages of plant development, during which occur the physiological changes termed «yarovization».

In this paper I intend to set forth certain more concrete conceptions, which, it seems to me, will be useful as theoretical premises for further experimental work in this field.

Whether we regard the development of the higher plants as one uninterrupted porcess which, solely in the interest of facilitating our investigation, we arbitrarily divide into definite phases, or whether, together with Lysenko, we assume the objective existence of separate stages of development—in either case yarovization comes to mean a certain acceleration of the formative processes [2,3], a shortening of the vital cycle of the vegetable organism, from germination up to the formation of «ripe» fruits.

The rapidity with which the vegatable organism, as a whole, passes through its life cycle depends on the rapidity of development of the cells that compose it—that is, the cellular elements of the vegetative tops, if we have in mind a typical flowering plant. Have we any grounds for affirming that the morphogenetical phenomena taking place in the growing points are regulated, in respect of rapidity and direction, by substances of the type of hormones? The answer to this question is to be found in one of the author's works dealing with the question of the influence of the gwowth hormone on the meristem of the root.

From the experiments described in that article, it may be concluded, with a considerable degree of probability, that «the growth hormone seems to act on cells passing through the first stage of development in such a way as notably to hasten the rate of development and shorten the duration of the whole life cycle of every cell». It should be mentioned that, in these experiments, a higher than normal quantity of the growth hormone was introduced in the cells of the meristem of the root and that the phenomena of hastened development noted in the quotation are, consequently, the result of an increased concentration of the growth substance in the cells of the growing point.

The question naturally arises, does not the hastened development communicated to the cells of the growing points of the young plant by the growth substance flowing into them lie at the basis of yarovization? In order to establish a connection between these phenomena, several links were missing. Of these one was supplied by the recent investigations of a number of authors, showing that the endosperm of many plants, among them the cereals, contains one or several substances of the type of hormones ([5],[6]), that these substances are absorbed by the embryo in the first stages of its growth when the seed sprouts ([5],[6]) and that both these first stages and. apparently, the entire further development of the plant ([5]) depend in the most intimate fashion on the «hormone charge» received by the plant at the beginning of its life cycle.

It was further necessary to ascertain how the hormone (or hormones) contained in the endosperm acts on the cells of the meristem of the growing points. Does it produce, like the growing substance of the upper parts of the coleoptile which I investigated formerly, a hastened development of these cells when its intracellular concentration is increased?

This question was the subject of an as yet unpublished investigation by the author, which showed that such a hastening of development is, indeed, observed if the hormone secreted by the endosperm of maize be introduced into the cells of the meristem of the roots of that plant.

The experiments were carried out in such a way that the uninjured roots of young maize seedlings were, in a humid chamber at 23—25° C suppplied with the growth hormone (blastanin) from pieces of endosperm applied on all sides to their tops. Control seedlings were placed in the same humid chamber. After some (4—8) hours, growing parts from both series were cut off anx fixed in Navashin's formol fixer; serial longitudinal microtome sections stained with iron hematoxylin, Congo corynth and orange in oil of cloves were then investigated. It was demonstrated that the cells of the meristem of the roots that received hormones from the endosperm passed considerably more quickly through all stages of their development than the controls. The phase of embryonal growth accompanied by division and multiplication of cells was noticeably shortened. This results in a decrease of the number of nuclei in the process of division in the whole vegetative tip. If we take this number in the normal (control) roots as 100, then in the roots that received the hormone

from the pieces of endosperm, this number varied from 37 to 50. The cells of the cortex form vacuoles rapidly and pass to the stage of elongation, which in its turn is very much shortened, leading to the formation of cells not lengthened along the axis of the organ, but more or less isodiametrical. The root begins to thicken at a distance of 3 or 4 millimeters from the tip and there, also, a thick covering of root hairs is formed. All these changes may be described as a premature «aging» of the organ.

If now, we turn to the yarovized seed of a cereal whose embryo developing into the adult plant passes at an accelerated rate through the respective stages of this development, first of all the question arises: Was not the treatment previous to sowing the cause of an increase in the tissues of the embryo of the concentration of the blastanin and of other hormones secreted by the endosperm? The unpublished experiments of B. Drabkin (Kiev) furnish certain indications in favour of an affirmative answer to this question. The author yarovized seed oats according to the instructions of T. D. Lysenko and then investigated their endosperm for their blastanin content; as test objects isolated and decapitated coleoptiles of the same variety of oats were used, on the sides of which, near the top, similar slices of endosperm were implanted [a more detailed description of this method may be found in my work (6)]. The blastanin content could be judged by the intensity of the resulting curvature. It was shown that, while the endosperm of the unyarovized control seeds manifested a normal hormone content (negative curvature of about 20° on an average for the period of 3 hours at 19—20° C), in the yarovized seeds, no hormone at all was found in the endosperm: the coleoptiles in such cases showed no curvature.

Involuntarily one asks, what became of the hormones from the endosperm of the yarovized seeds? If we consider the fact that the embryo during the very earliest stages of its development avidly absorbs the blastanin contained in the endosperm (6), then it is quite natural to suppose that the whole supply of the hormone in the seed has, during the 10 to 14 days of yarovizing treatment, passed completely into the tissues of the embryo. However, during the course of this short period, as a result of lack of water and of low temperature, there was no noticeable growth, and the embryo scarcely at all increased in size, and consequently, no considerable expenditure of the blastanin that entered into its tissues was possible. All this makes quite probable the supposition that, in the case under consideration, yarovization did indeed produce an increase of the intracellular concentration of the growth hormome in the tissues of the embryo.

Thus, on the basis of what has preceded, we come to the following conceptions concerning the essence of the first physiological changes taking place in the tissues of seeds during yarovization.

Arisen to life, but lacking the possibility of normal growth (as a result of insufficient moisture and of low temperature), the germ of the yarovized seed absorbs from the endosperm the growth hormones there contained in great quantity. Inasmuch as this substance is expended principally in growth, and since under the conditions of yarovization there is almost no growth, the concentration of the hormone in the cells of the embryo rises considerably above the norm. The increase of the intracellular concentration of the hormone in the growing points causes an acceleration of the passage by the cells of the meristem of the young plant through the first phases of development according to their hereditarily determined sequence. In this way, the interval of time that separates these first phases of development from its later stages, connected with preparation for fruiting, is shortened. The result is

that the whole cycle of the plant's development is finished sooner than it would be under normal conditions.

It is hardly necessary to emphasize that this scheme bears, to a considerable degree, as yet, a hypothetical character and rests on a quite narrow experimental basis. Suffice it to say that, up to the present, the increased concentration of the growth hormone has been investigated with respect only to its influence on the meristem of the r o o t, whereas, for the understanding of the phenomena of yarovization, the changes taking place in the growing point of the s t a l k are, of course, of paramount importance. However, it can hardly be denied that this hypothesis sets a number of concrete tasks before us and points the way to further experimental work which may finally shed new light, not only on the «yarovization riddle», but also on the more complicated problems of the physiological development of the vegetable organism. This consideration justifies, as it seems to me, the somewhat anticipatory publication, as it may be, of the thoughts herein set forth.

Laboratory of Physical Plant Physiology.
Institute of Botany. Ukrainian. Academy of Sciences.

Received
3. VI. 1936.

REFERENCES

[1] П. Холодный, Журн. ботан. цикла ВУАН, № 7—8 (1933). [2] В. Любименко, Советск. ботаника, № 6 (1933). [3] N. Maximow, Herbage Publication Series, Bull. No. 16 (1934). [4] N. Cholodnyj, Planta, **14,** H. 1 (1931). [5] H. Schander, ZS. f. Bot., **27,** 433 (1934). [6] N. Cholodnyi, Planta, **23,** H. 3 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PLANT PHYSIOLOGY

FROST RESISTANCE OF WINTER CROPS DURINC THE LIGHT STAGE

By V. E. ŠESTAKOV

(Communicated by A. A. Richter, Member, of the Academy, 6. VII 1936)

Experimental data obtained from investigations carried on during the last three years at Dnepropetrovsk (1), Destskoye Selo (4) and Saratov (6) have fully corroborated the conception of Academician T. D. Lysenko (2) to the effect that the manifestation of frost resistance (as well as a number of other economically useful characters) takes place on the basis of the stage development of plants.

The investigations carried out have revealed a number of regularities in the change of frost resistance (and winter-hardiness) of winter crops in connection with their development by stages. It has been established that winter crops take on a maximal hardening and, consequently, the highest frost resistance in the first stage of their development (yarovization). Frost resistance is more stable throughout the winter in case the temperature hardening of plants in the autumn is fully completed before they pass through the stage of yarovization.

On finishing the stage of yarovization and passing into the second (light) stage, plants lose frost resistance.

At present the problem of the relations between the length of the first stage, the rate of passing through it at corresponding temperatures, and the capacity of varieties of winter cereals to become hardened and take on one or another degree of frost resistance, has been comparatively well worked out.

On the basis of the data from investigations along these lines, Academician Lysenko has introduced a method of selecting winter wheats for frost resistance by means of sowing incompletely yarovized seeds in the autumn. Timofejeva (5), on the basis of experimental data on the hardening and development of plants, has attempted to work out a method of selecting pairs in order to introduce winter-hardy varieties of winter wheat by crossing.

As concerns the role of the light stage in the frost resistance and hardiness of winter crops, it must be admitted that this question has been touched upon only in a general way. There is only the opinion of a few authors to the effect that it is desirable to select varieties in which the light stage would be passed through at relatively high temperatures (4), and that the length of the second stage, as also of the first, is of primary importance in the frost resistance of wheats (3). However these opinions have not been confirmed by experimental data.

On the ground that a study of the role of the light stage in the frost resistance of winter crops really has a great theoretical and practical importance (first of all in the selection of winter wheats), the Saratov Plant Breeding Station in 1935 undertook this study. Under the general leadership of Prof. N. A. Maximov, the following problems in connection with the passage of plants through the light stage are being studied: 1) the hardening and frost resistance of winter cereals; 2) changes in frost resistance in connection with the permeability of the cell protoplasm; 3) the dynamics of the accumulation of sugars and the protein complex in connection with the hygroscopicity of the vegetable mass; 4) the differentiation of the spike embryo; 5) the working out of methods of controlling the passage through the second stage.

The purpose of the investigation covered by the present paper was a study of the frost resistance of winter crops in its dependence on the passage through the light stage.

The following varieties and crops were subjects of experiment. Winter ryes *(Secale cereale)*: Elisseyevskaya and Sibirskaya; winter wheats: *v. Lutescens* 0329, *v. Hostianum* 0237, *v. Erythrospermum* 0648, and Kooperatorka; rye-wheat hybrids: *v. Lutescens* 434/154, *v. Erythrospermum* 46/131, and *Secalotricum Saratowense*, Meysteri; amphidiploid 10 and couch-grasses *Agropyrum intermedium* and *Agropyrum elongatum*.

The method of the experiment was, briefly, as follows. Seeds yarovized 52 days at+1 to—3° C were planted in boxes on September 16. The plants were grown and underwent hardening under a net in the natural day. The length of the day under Saratov conditions changed during the period September 20 to November 14 from 12 hours to 8 hours 15 minutes. In order to set up conditions under which the varieties would have different development as regards the light stage in the period of hardening, the following scheme of experiment was used:

I. Control—the plants passed the whole period in the natural day.
II. 5 days (October 11—16) in the greenhouse, 9 hour illumination then in the natural day.
III. 15 days (October 2—16) in the greenhouse, 9 hour illumination, then in the natural day.
IV. 5 days (11—16 October) in the greenhouse, 24 hour illumination, afterwards in the natural day.
V. 15 days (October 2—16) in the greenhouse, 24 hour illumination, afterwards in the natural day.

Variants II and III were controls far variants IV and V which received 24 hours of light. The purpose was, by means of variants II and III, to check up the possible influence of the greenhouse regime on the subsequent hardening and frost resistance of the plants that were placed under 24 hour illumination. The temperature of the air in the greenhouse for the period 2—16 October was about 20° C on the average ranging from 15 to +30° C.

On October 16 all the boxes were taken from the greenhouse back under the nets where the plants underwent a temperature hardening from October 16 to November 14, that is 29 days.

At the time of taking the boxes from the greenhouse back under the nets, individual plants of the Eliseyevskaya rye of the 15 day continuous illumination variant were beginning to form nodes. The latter showed that the light stage, in some varieties was already approaching completion.

It was to be supposed that by the beginning of hardening (October 16) the stage maturity of the plants in the different variants of the experiments rose in the following order: the whole time in the natural day (and the two 9 hour variants in the greenhouse), then the 5 day variant, and finally,

the 15 days of continuous illumination. This supposition found confirmation in subsequent experiments in the investigation of the differentiation of the embryonic spikes during the passage through the second stage.

With the onset of cold, November 14, the plants were placed in a special greenhouse, where they underwent the second stage of hardening. The temperature of the air in the greenhouse was maintained during the course of the winter at about —3° to —5° C with fluctuations to 0° and to —8° C when thaw or hard frost set in.

The freezing of the plants was carried out in refrigerators at temperatures of about —14° C during two periods: November 25—27 and February 20—23. The general duration of freezing ranged from 27 to 30 hours. The first period corresponds in time with the end of hardening (1st and 2nd phases) and reflects the maximum frost resistance of the plants. The second freezing was in the second half of the winter, when frost resistance, as our observations have shown begins to fall.

The data on frost resistance obtained from the freezings and expressed in percentages of surviving plants are shown in the table.

Table

Per cent of plants that survived freezing in refrigerators (November 25—27 and February 20—23)

Varieties \ Variants	November freezing					February freezing				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Freezing temperature, °C		**—14°.4**	**(min.—17°.9)**				**—14°.2**	**(min.—17°.9)**		
Winter wheat 0329 . .	81	81	47	15	5	67	66	42	16	2
» rye Eliseyevskaja	94	87	80	26	4	80	76	59	15	1
» » Sibirskaya .	93	87	76	30	6	81	89	55	33	7
Freezing temperature, °C		**—14°.0**	**(min.—16°.3)**				**—14°.5**	**(min.—16°.5)**		
Winter wheat 0329 . . .	97	92	72	24	6	69	67	37	13	1
Rye-wheat hybrid 434/154	99	99	91	67	9	85	83	62	54	2
Rye-wheat hybrid 46/131	93	90	74	32	3	80	62	47	21	1
Winter wheat 0237 . . .	96	99	79	66	23	58	75	51	56	0
Freezing temperature, °C		**—13°.1**	**(min.—14°.0)**				**—14°.0**	**(min.—17°.0)**		
Winter wheat 0329 . . .	98	87	78	36	7	65	66	47	19	4
» » 0648 . . .	84	80	65	30	7	49	45	24	19	1
» » Kooperatorka	75	68	57	10	7	29	32	25	11	0
Amphidiploid 10	86	76	30	16	2	68	49	42	13	2
Freezing temperature° C		**—13°.8**	**(min.—16°.8)**				**—13°.2**	**(min.—14°.7)**		
Winter wheat 0329 . . .	98	97	90	34	8	55	69	69	6	6
Agropyrum intermedium	90	91	97	43	26	87	85	89	19	11
Agropyrum elongatum .	89	93	99	43	26	71	82	86	35	11

Winter wheat 0329 was sown as a standard in every box along with this or that group of varieties. Consequently, it is repeated in the table with every group. The fluctauation in percentages of surviving plants of winter wheat 0329 in the different experiments is explained by certain technically inevitable differences in temperatures in individual cases. Besides that, in freezing different groups of varieties with different degrees of frost resistance, varying temperatures were given (*of.* Table), in order to obtain a bettre

differentiation in respect of frost resistance within the varieties in the different variants of the experimental scheme.

From the table it is apparent that the frost resistance of different varieties of winter crops changes in the different experimental variants with perfect regularity. The nature of the changes in frost resistance, notwithstanding the difference in varieties, is the same for both periods of freezing.

The highest percentage of live plants was obtained from the first variant in which the plants were less advanced in stage.

A sharp drop of frost resistance is observed in variant IV and a maximum drop, in variant V. As has been stated above, the plants of this variant were furthest developed in the light stage.

Thus, it may be said that the frost resistance of winter crops becomes lower according to the extent that they have advanced through the second stage.

As concerns the frost resistance in the variants of 9 hour illumination (in the greenhouse), it is almost identical with or very near to that observed in the basic control which had natural day the whole time. A somewhat more definite drop of frost resistance is to be noted in the 15-day 9-hour illumination variant. It is to be assumed that although the 9 hour day retards the passage through the second stage, still it does not (at the optimal temperature) entirely arrest it. It is quite possible that the plants of variant V were more advanced than those which passed the whole time in the natural day under the net.

In the matter of definite regularities in change of frost registance while passing through the second stage, certain varieties, like the rye-wheat hybrid 434/154 and the pure line 0237, are noteworthy. These varieties (especially the rye-wheat hybrid 434/154) acquire, first of all, a relatively high frost resistance at the beginning of passing the light stage (5 days of 24-hour illumination) and, secondly, maintain it steadily during the course of the winter. The number of live plants in the case of these varieties in the 5-day 24-hour illumination variant fluctuates, according to the period of freezing, between about 65 and 55%; in the case of the most frost-resistant standard variety 0329, it is equal to only 24 and 13% relatively. Thus, there is a great difference.

This characteristic of varieties 434/154 and 237 is of great interest from the standpoint of practical selection. Crossing such varieties with those having high potentialities in frost resistance during the first stage of development, the frost resistance of winter wheats may be raised yet higher.

Saratov Plant Breeding Station.

Received 6. VII. 1936.

REFERENCES

[1] Ф. М. Куперман и А. И. Задонцев, Труды по прикл. бот., ген. и сел., серия III, № 6 (1935). [2] Т. Д. Лысенко, Семеноводство, № 2 (1934). [3] M. I. Saltykovskij and E. S. Saprygina. C. R. Acad. Sci. URSS, IV, № 1–2 (1935). [4] М. Т. Тимофеева, Труды по прикл. бот., ген и сел., серия III, № 6 (1935). [5] М. Т. Тимофеева, Социалистическое растениеводство, серия А, № 15 (1935). [6] В. Е. Шестаков, Селекция и семеноводство, № 1 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume III (XII), № 8 (103)

PLANT PHYSIOLOGY

TEMPERATURE HARDENING AND THE DIFFERENTIATION OF THE EMBRYONIC SPIKE IN WINTER WHEATS DURING THE LIGHT STAGE OF DEVELOPMENT

By V. E. ŠESTAKOV and A. D. SMIRNOVA

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 6. VII. 1936)

Investigation of the question of the temperature hardening of winter wheats during their passage through the light stage of development involves great interest.

In the recent literature (2) the fact is mentioned that winter wheats of the type of Kooperatorka when sowed early, in some districts of the Soviet Union, finish the stage of yarovization and enter partly into the light stage already in autumn, before the plants are covered with snow.

Cuperman (2) states that in experiments in 1933/34 with early sowings, in inspecting the plants (from unyarovized seed) he observes isolated specimens in which embryonic spikes were found. If such occasional plants were near the end of the light stage, then it must be supposed that the great mass of the plants in such sowings had already entered into the light stage and had passed through at least a part of it. Thus, temperature hardening, in such plants, had in fact gone on during the light stage.

Besides this sort of phenomena, there are sometimes cases of another kind. In the south-western districts, the Ukraine and others, there occurs sometimes a very early thawing of the snow in spring, an awakening of the winter crops and then a cold spell and even a snowfall.

The relatively long spring days and the rise of temperature during daylight set up conditions under which the awakened plant may enter into the light stage. The degree of frost resistance that the winter sowings are capable of during these spring cold spells will depend on the capacity of the varieties to maintain, during the period of thawing, the resistance acquired during autumn or else to acquire resistance anew.

In studying the hardening of winter wheats in the second stage, it is interesting, first of all, to follow out the changes during the stage and, secondly, to ascertain the variations in this respect due to varietal characteristics.

Work carried on at the Saratov Plant Breeding Station in 1935 (5) has demonstrated that there are varieties which, by the nature of their hardening and, consequently, their frost resistance promise great practical value.

On the grounds of these considerations, we carried out, in 1935/36, a special experiment whose purpose was to investigate the hardening of winter wheats during the light stage. These experiments were, at the suggestion of Prof. N. A. Maximov, supplemented by an anatomical investigation of the embryonic spiks (cone of growth).

Five varieties were used in the experiment: pure lines 0329, 0237, 0194 (Kooperatorka), and rye-wheat hybrids 434/154 and 46/131.

Yarovized seeds were planted in boxes on September 16. The seeds had been yarovized for 52 days at temperatures of from +1 to—3° C. In order to set up conditions which would lead to a varying development of the varieties by the time of temperature hardening, a scheme of experiment was employed having the following variants:

I. Control, the plants were the whole time in the natural day.

II. 5 days (Oct. 11 to 16) in the greenhouse under a 9 hour illumination, and afterwards in the natural day.

III. 15 days (Oct. 2 to 16) in the greenhouse under a 9 hour illumination, and afterwards in the natural day.

IV. 5 days (Oct. 11 to 16) in the greenhouse under a 24 hour illumination, and afterwards in the natural day.

V. 15 days (Oct. 2 to 16) in the greenhouse under a 24 hour illumination, and afterwards in the natural day.

Variants II and III were controls for variants IV and V, which received a 24 hour illumination.

On October 16, all the boxes were taken from the greenhouse and placed under nets.

At this time, the plants of the several variants presented sharp morphological differences. It was to be supposed that they also greatly differed (especially in variants I and V) from each other in stage of development.

The plants passed the first phase of hardening under nets, in the natural day, from October 16 to November 14, i. e. for 29 days. The average daily temperatures of the air for this time, by 5-day periods, were the following:

	Oktober			November		
5-day periods	4th	5th	6th	1st	2nd	3d
Average t °C for 5-day periods	8.0	8.7	6.3	—2.7	+0.3	+3.0

The second phase of hardening was carried out in a dark winter shed from November 14 to 25. The temperature of the air in the shed during this period varied from 0 to —4° C.

On November 26, the plants were frozen in refrigerators.

The results, expressed in percentages of plants surviving the freezing and so characterizing the hardening, are shown in Table 1.

Table 1

Percentages of Living Plants after Freezing on November 26
(Temperature—14°, minimum—16°.3C)

Varieties \ Variants	I	II	III	IV	V
v. Lutescens, pure line 0329	97	92	72	24	6
v. Hostianum, pure line 0237	96	99	79	66	23
v. Lutescens, rye-wheat hybrid 434/154	99	99	91	67	9
v. Erythrospermum, rye-wheat hybrid 46/131	93	90	74	32	3
v. » Kooperatorka	75	68	57	10	7

From Table 1 it is to be seen that the hardening of the varieties changes in the different variants of the experiment with a definite regularity. The highest percentage of living plants (75—99) was obtained in the control variant, in which the plants were kept the whole time in the natural day. In the other variants there is a fall in the quantity of living plants to 10% in the 5-day and to 3% in the 15-day continuous illumination varinant.

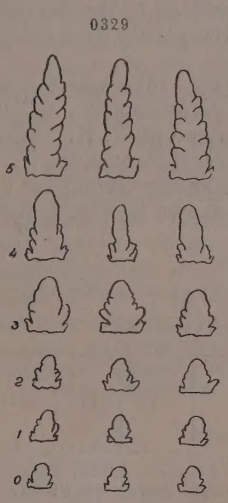


Fig. 1.

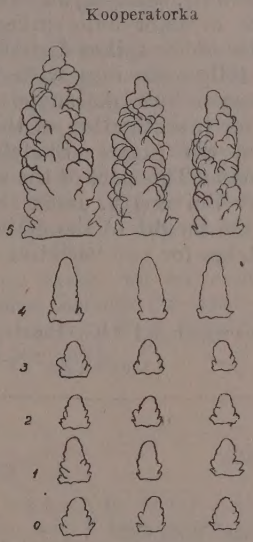


Fig. 2.

0—Plants from non-yarovized seeds, all the time in natural day; *1—5* correspond to the variants of the investigation scheme.

Continuous illumination for the period of 4 days produces a sharp decrease in the capacity to harden. Under 15 days of continuous illumination, the varieties almost completely lose this capacity.

The data from the variants of 9 hour illumination in the greenhouse lead to the conclusion that the basic reason for the change, as compared with the control, in the hardening of the plants that received continuous illumination, was stage development, and not at all the influence of the greenhouse regime. The average percentage of surviving plants in the 5-day 9-hour illumination variant was the same as in the control. Some decrease in hardening is to be observed in the 15-day 9-hour illumination variant. From this fact the conclusion may be drawn that the 9-hour day (at optimal temperature) does not prevent the plants from passing into the light phase.

In carrying out the anatomical investigation of the embryonic spike, we attempted, under the direction of Prof. N. A. Maximov, in the first place to investigate the nature of the changes in the embryonic spike, in the different variants, and, secondly, to discover possible relations between hardening (and passage through the light stage) and the degree of differentiation of the embryonic spike.

The existence of such a relation was to be expected on the basis of data from the literature.

Murinov (3) judjed of the possibility of spike formation from the degree of differentiation of the embryonic spike in plants with stalk nodes. Krasnoselskaya-Maximova, Brovzyna and Kotelnikova (1) on the basis of their investigations drew the conclusion that it was possible to distinguish winter forms of cereals from spring forms by the nature and rate of changes in the «cone of growth» (of the embryonic spike).

Chailakhyan (4), carriyng on investigations «in the extent and degree of differentiation of embryonic spikes in winter ryes and barleys», considered that «the order of the spikes distributed according to the degree of their differentiation fully coincides with that of the plants from which they were taken, showing a bushlike shape».

Material for investigation of the embryonic spike was taken at the time of freezing of the plants. Sketches and measurements of the embryonic spikes were made. This part of the work was done by Z. N. Popova, a student of the Saratov University, under the guidance of Smirnova.

Data on the lenght of the embryonic spike are shown for 4 varieties in Table 2; sketches for two varieties only are shown in Fig. 1 and 2.

Table 2

Length of the Embryonic Spike in Microns

(Average of 3 Measurements)

Varieties \ Variants	I	II	III	IV	V
v. Lutescens, pure lines 0329	200	210	210	440	850
v. Hostianum, pure lines 0237	240	270	280	430	820
v. Lutescens, rye-wheat hybrid 434/154	240	230	290	290	920
v. Erythrospermum, rye-wheat hybrid 46/131	230	290	340	420	1 490
v. » Kooperatorka	—	180	210	430	1 210

Table 2 and Fig. 1 and 2 show that the lengthening and differentiation of the embryonic spike increase quite calculably in the variants of the 5-and 15-day continuous illumination in the greenhouse. Inasmuch as the temperature and light conditions in these variants were quite favourable to passing through the light stage, it may be supposed that the morphological changes arose in the embryonic spike during that stage.

Plants grown in the natural day show the smallest length and weakest differentiation of the embryonic spike and *vice versa*, those that received a 15-day continuous illumination show the maximum length and differentiation.

Thus, the degree of differentiation of the embryonic spike may serve as an index of the progress through the light stage.

Comparing the data of Tables 1 and 2 with regard to variants I, IV, and V (natural day and 24-hour illumination) and noting the analogous nature of the change in frost resistance and the length of the embryonic spikes, it may be concluded that plants' capacity for hardening falls as they pass through the second stage.

Certain varieties, as the rye-wheat hybrid 434/154, lose the capacity for hardening considerably more slowly than other varieties, and so are of great interest for plant breeders.

Conclusions

On the basis of the investigations carried out, the following deductions may be made:

1. Temperature hardening in winter wheats occurs not only during the stage of yarovization but also during the light stage. The capacity for hardening falls as the plants pass through the second stage, and at the time of finishing this stage, reaches a minimum.

2. Certain varieties, such as the rye-wheat hybrid, are noteworthy as more stubbornly preserving the capacity for hardening, and manifest a relatively greater frost resistance than others at the beginning of the second stage.

3. The development of the embryonic spike proceeds in step with passage through the second stage. At the beginning of the stage, there occurs a gradual lengthening of the embryonic spike, and at the end of the stage growth is hastened and differentiation takes place. There is to be observed a relation between rate of growth, differentiation of the embryonic spike, and rate of fall of the hardening of varieties.

Anatomical analysis of the embryonic spike can serve as an indirect method of controlling the process of passage through the light stage.

In conclusion we desire to express our thanks to Prof. Maximov for advice and directions given during the course of our work.

Saratov Plant Breeding Station
and Physiological Laboratory of the
Saratov State University.

Received
6. VII. 1936.

REFERENCES

[1] Т. А. Красносельская-Максимова, В. М. Бровцына и О. Л. Котельникова, Труды по прикл. бот., ген. и сел., серия III, № 5 (1933). [2] Ф. М. Куперман, «Яровизация», № 2 (1935). [3] А. Д. Муринов, Из результатов вегетационных опытов и лабораторных работ, IX (1914). [4] М. Х. Чайлахян, Труды лаборатории физиологии и биохимии растений Акад. Наук, I (1934). [5] В. Е. Шестаков, «Селекция и семеноводство», № 1 (1936).